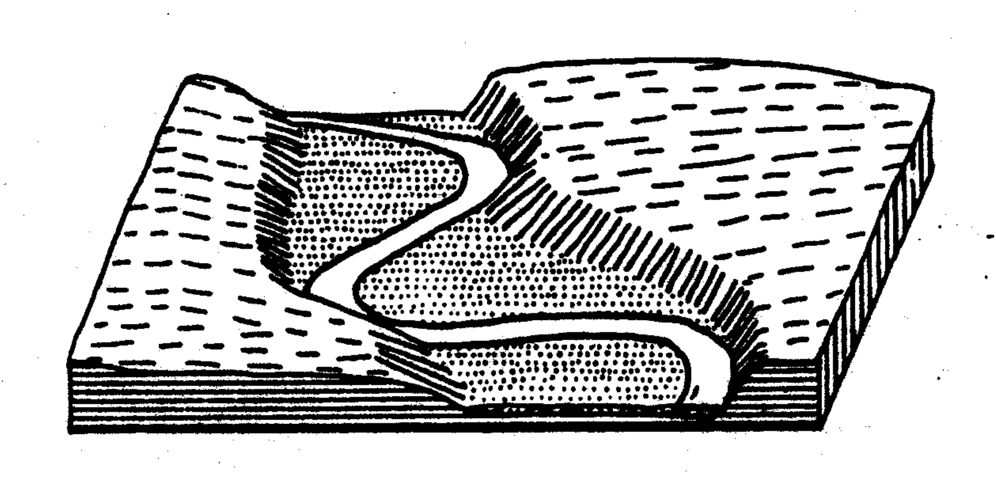
الظاهرات الجيومورفولوجية
دراسة تحليلية
بالأشكال والرسوم التوضيحية



دكتور

محمد صبري محسوب

أستاذ ورئيس قسم الجغرافيا

كلية الآداب - جامعة القاهرة

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

بســـــم الله الرحمن الرحيم

المقـــــدمة

يعد علم الجيومورفولوجيا من العلوم الرئيسية داخل حظـيرة الجغرافيا الطبيعية والذى يعتنى أساسا بدراسة أشكال سطح الارض التفصيلية (الثانوية) كالانهار وأحواضها وظاهراتها المختلفة والسواحل والهضاب وغيرها من خلال معالجة نشأتها وتطورها والصور التوزيعيـة لها ودراسة أبعادها دراسة وصفية وتحليلية ٠

واذا كانت المكتبة الجغرافية العربية فى الوقت الحاضر قد أضيف اليها عدد لا بأس به من الكتب التى تعالج علم الجيومورفولوجيا معالجة موضوعية شاملة مثل كتاب أصول الجيومورفولوجيا لحسن أبو العنين (١٩٦٦) ومعالم سـطح الارض لجودة حسنين جودة (١٩٧٩) ٠ فان هذا الكتاب بعنـوان « الظـاهرات الجيومورفولوجيـة دراسـة تحليلية بالاشـكال والرسـوم التوضيحيـة » الهـدف الرئيسى منـه ليس الخـوض فى معـالجة المفاهيـم والنظريـات الجيومورفولوجية ــ بقدر توضيح الظاهـرات الجيومورفولوجيـة الرئيسية من خلال تفسير وتحليل الرسوم التوضيحية والخرائط الكنتورية الممثلة لهذه الظاهرات بحيث تسهل على الطالب الفهم الجيد والتحصيل السريع للملامح المورفولوجية والعمليات المرتبطة بها ٠

ويحتوى هذا الكتاب على ثمانية فصول يشمل الفصل الاول منها على الظاهرات الجيومورفولوجية الناجمة عن الحركات الباطنيـة والفصل الثانى على الظاهرات الناجمة عن التجوية والانهيالات الارضية وتتضمن الفصول من الثالث حتى السابع الظاهرات الجيومورفولوجية الناجمة عن عوامل التعرية الخارجية ٠ ويشمل الفصل الثامن والاخـير على دراسة مختصرة ومبسطة عن العلاقة بين الظاهرات الجيومورفولوجية والانسـان ٠

وتشتمل صفحات هذا االكتاب على أكثر من ١٧٠ رسما توضيحيــا وخريطة كنتورية للظاهرات الجيومورفولوجية الرئيسية أشيرالىمصادرها

وفى الختام يرى المؤلف ان هذا الكتاب محاولة فى الطريق لم تكتمل بعد فى انتظار المقترحات والآراء البناءة من قبل الاساتذة والزملاء ..

والله الموفق ..

المؤلف

الفصل الأول

الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن الحركات الباطنية

أولا : النشاط البركانى والظاهرات الجيومورفية الناتجة عنه :

من المعروف أن درجة الحرارة فى الصخور التى تقع أسفل القشرة الارضيه شديده الارتفاع ومع بسبب الضغط الكبير الواقع على كاهلها فانها تحتفظ بحالتها المرنه شبه الصلبه Semi Solid State وقد يحدث أن يخف هذا الضغط فى حاله حدوث تصدعات Faulting أو التواء Follding فى القشرة الخارجية وحينئذ تتحول هذه الصخور الى حالة سائلة Liquid تعرف بالماجما magma أو الصهير ، وتنبثق هذه الماجما من خلال الشقوق Cracks الموجودة فى القشرة وقد تصل الى السطح فى شكل براكين Volcanoes أو تدفقات لابة Lava Flows أو قد تتجمع فى داخل القشرة مكونه ما يعرف بالسنام الغائر Batholiths أو الجدد الغائرة Sills والحواجز الصخرية Dykes •

والصهير الذى يصل الى السطح قد يكون فى حالة هادئة أو فى حالة عنيفة للغايه وفى كلتا الحالتين يبرد ويتجمد •

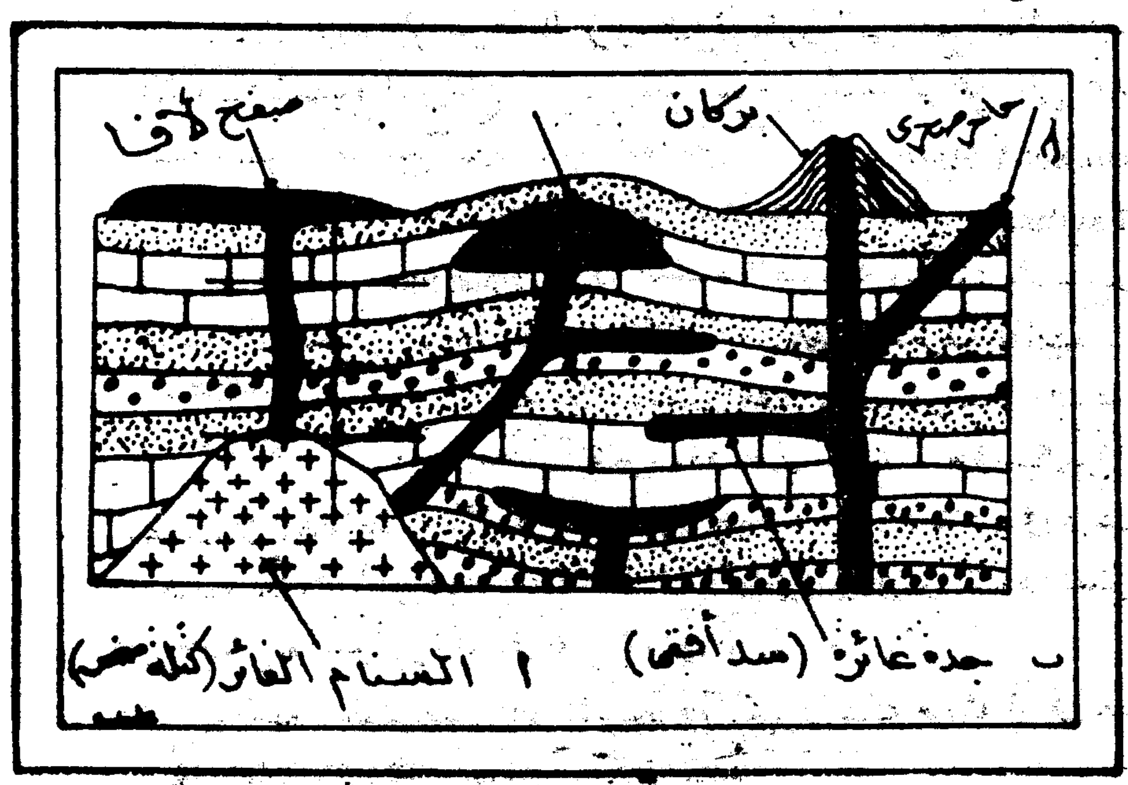
والشكل (١) يوضح الأنواع الرئيسية للاشكال البركانية •

(ا) الكتل الاعماق أو السنام الغائر Batholith

وهى عبارة عن كتلة ضخمة من الماجما غالبا ما تمثل جذور جبليه تتكون من الجرانيت فى أغلب الاحوال وقد تنكشف على السطح بسبب عمليات التعرية •

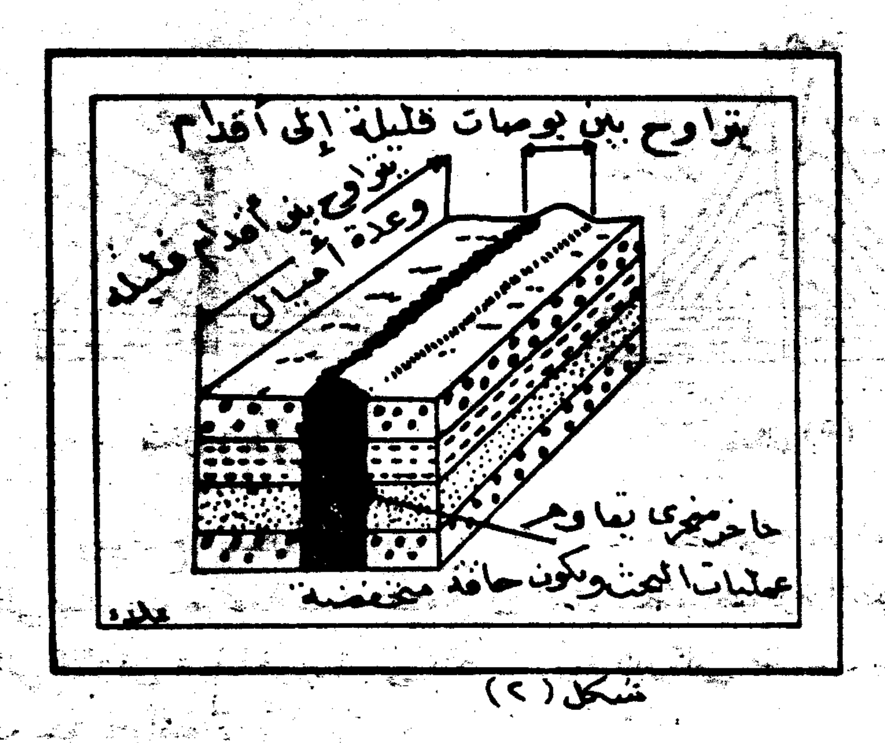
(ب) الجدد الغائرة Sills وتعرف أيضا بالسدود الافقية ، وتتمثل فى وجود طبقة دقيقه من الماجما على امتداد سطح الطبقة bedding plane محصورة بين طبقات رسوبية وبعض

الجدد الغائرة تكون حافات تشبه العروق الجبلية Ridge like وذلك عندما تنكشف على السطح بفعل عمليات التعريــــه متمـا الحال مع جدة هواين الكبرى شمال انجلترا وبعضها يظهرفى شكل مساقط مائية ومندفعات تقطع مجارى الاودية النهرية مثل جنادل أســوان فى النيــل النوبى بمصر وغيرها •

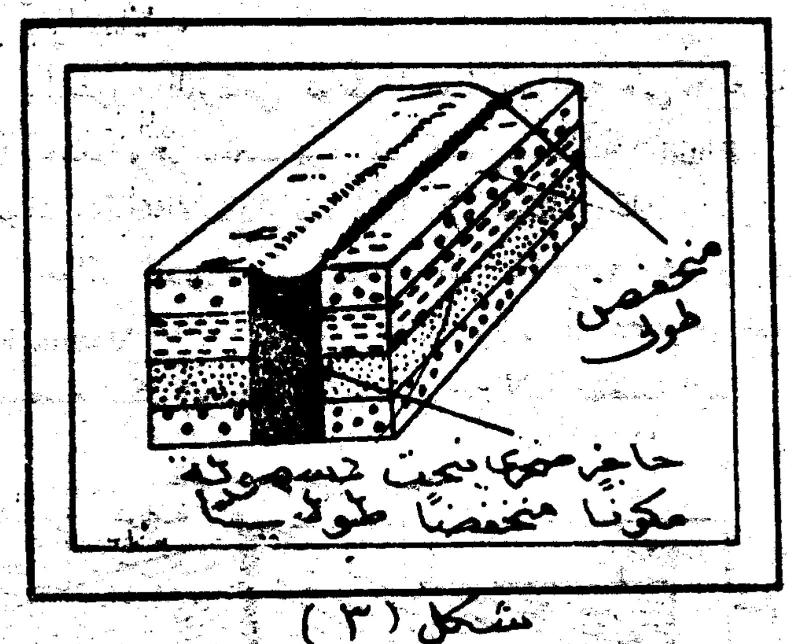


شكل (١) الأنواع الرئيسية للأشكال البركانية

(ج) الحواجز الصخرية Dykes وتعرف بالسدود الرأسية أيضا وتظهر عندما تتعامد تكوينات الماجما مع سطوح الطبقية ويمكــن أن يكون السد الرأسى أو الحاجز الصخرى فى وضع رأسى Vertical أو مائلا inclined وبعض الحواجز الصخرية عندما تظهر على السطح تقاوم عمليات التعرية المختلفة وتبدو فى صورة عرق جبـــلى Ridge أو حافة escarpment وأحيانا ما يكون الصخر المكون للحاجز الصخرى من السهل تعريته ونحته فيكون منخفضات ضحلة Shallaw depressions شكل ٢ وشكل ٣ •



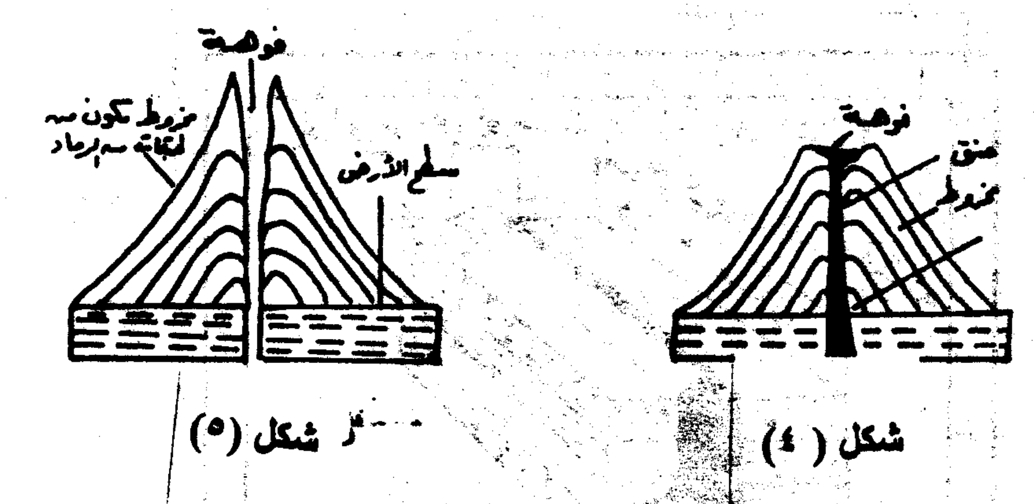
شكل (٢)



شكل (٣)

ثانيا — الطفوح البركانية وأنواع البراكين :

بالنسبة لتركيب البركان يتضح من الشكل (٤) أن البركان يتكـون من اللافا مختلطة بصخور مشتقة من القشرة الارضية أو من رمـاد Ash وشظايا لافية Cinders ويتضح من الشـكل كذلـك مكونات المخروط البركانى Volcanic Cone الذى يرتكز علـى صخور القشرة الارضية .

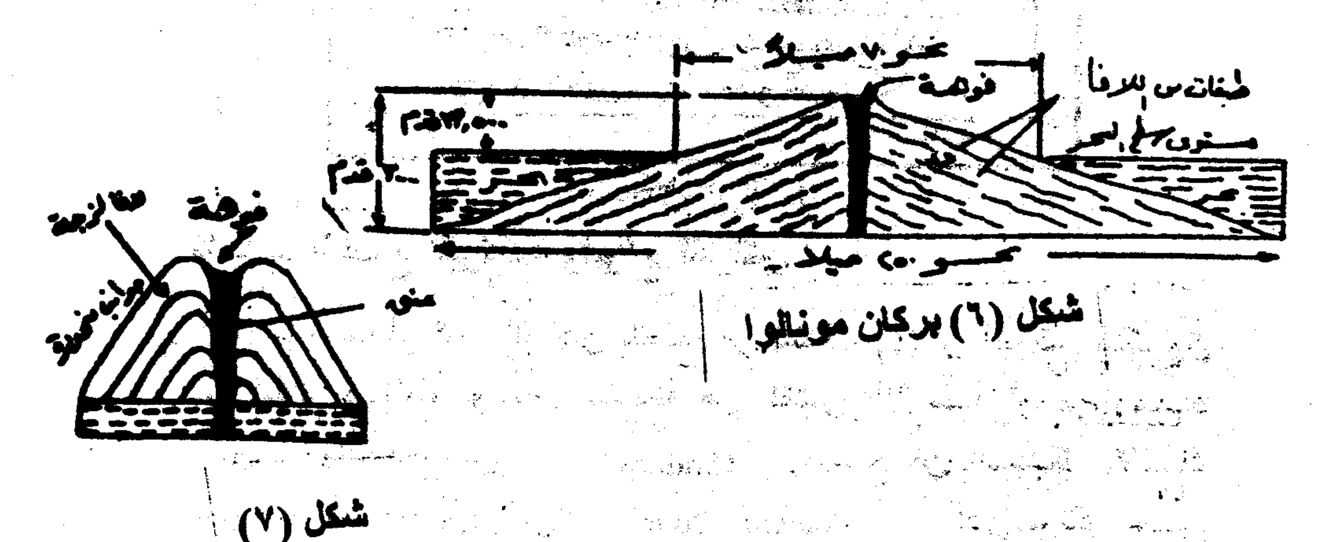


شكل (٥)

شكل (٤)

ويوضح الشكل (٥) اندفاع اللافا بعنف مصحوبه بفرقعات وذلك الى مناسيب مرتفعة حيث تتحطم فى شكل شظايا صغيرة الحجم تسقط الى الارض مرة أخرى لتبنى المخروط البركانى مثل بركان فويجو جواتيمالا .

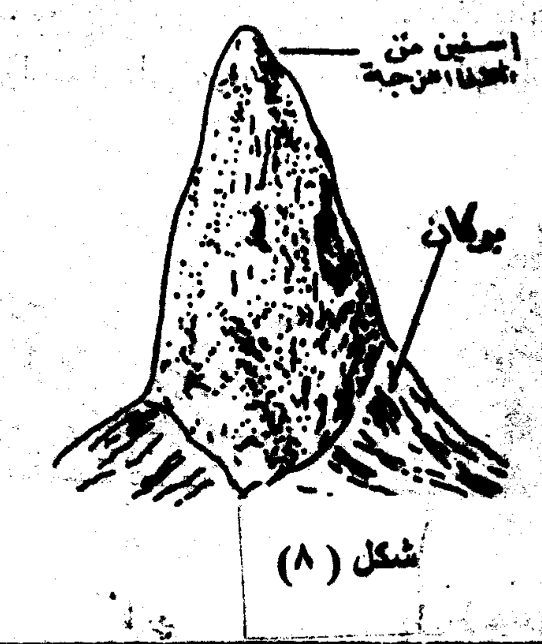
والمخروط البركانى يتوقف انحدار جوانبه على حالة اللافا المكونة له فى وضعها وهى منصهرة فاذا كانت سائلة Fluid أعطت بركانا ذا جوانب قليلة الانحدار ويمثلها أحسن تمثيل بركان مونالوا Mauna loa بجزر هوائى الذى يصل ارتفاعه الى ١٣٫٦٧٥ قدم وبركان موناكيا Mauna kea بنفس الجزر وارتفاعه ١٣٫٨٢٥ قدم (شكل ٦) كما يوضح شكل (٧) مخروط بركانى من لافا حمضية لزجة Vicous



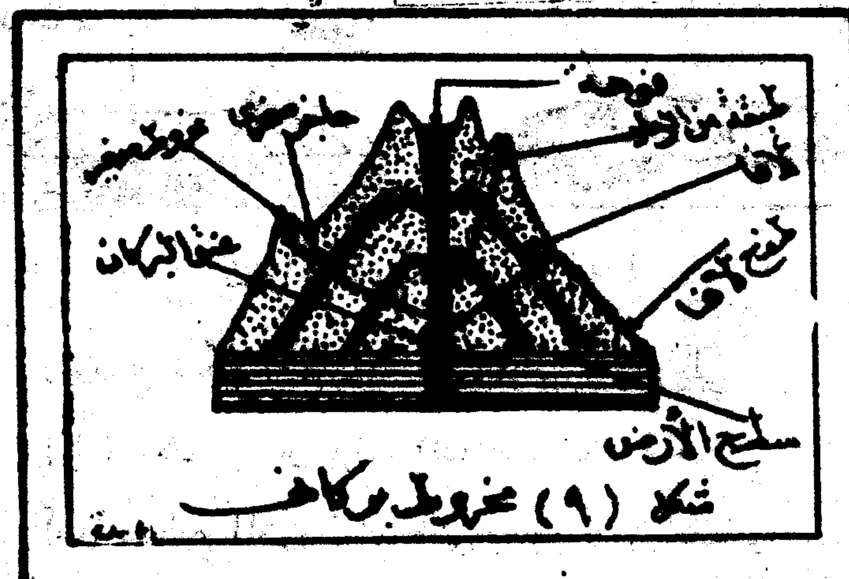
شكل (٦) بركان مونالوا

شكل (٧)

يتميز بشدة انحدار جوانبه ويبدو فى الخريطة الكنتورية ذو جوانب منتظمة الانحدار حيث تتساوى المسافات بين خطوط الكنتور ويوضح شكل (٨) وشكل (٩) براكين مركبة تتكون من تعاقب طبقات اللافا مع



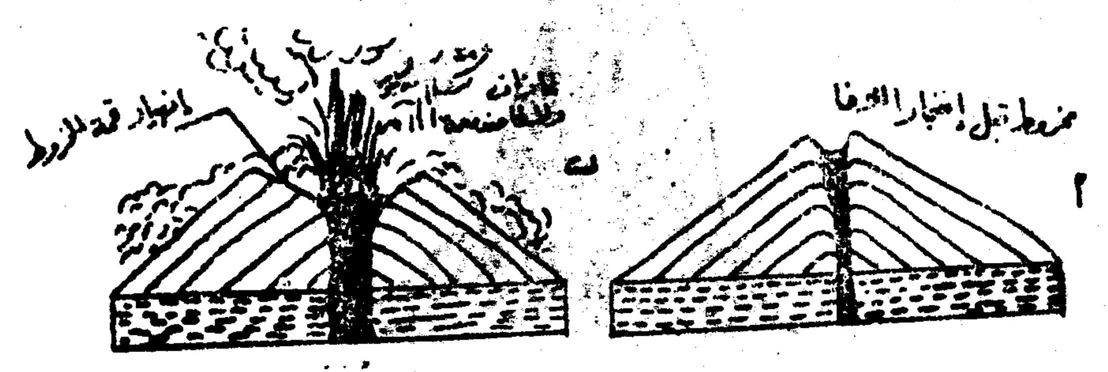
شكل (٨)



شكل (٩) مخروط بركانى

الرماد البركانى وهذا النوع من البراكين يبدأ ثورته باندفاع عنيف للصهير يعقبه انسكاب هادى للافا مكونة طبقات على سطح الرماد البركانى وقد تندفع بعض تكوينات الماجما من الجوانب حيث تبنى مخاريط بركانية صغيرة الحجم Conelets ويشبه هذا النوع بركان اتنا Etna بجزيرة صقلية وبركان سترومبولى بايطاليا .

وأحيانا ما تكون الاندفاعات اللافية عنيفة لدرجة تجعل قمة البركان برمتها تغوص فى الماجما أسفل العنق Vent • وتسمى الفوهة الضخمة Huge Crater حينئذ بالكالديرا Caldera وتعد دليلا واضحا على موضع بركان تعرض لسلسلة من الثورانات البركانية •





شكل (١٠) مكونات الكاليدرا

ويوضح شكل (١٠) مكونات الكالديرا كما يلى :

(ا) شكل البركان قبل الاندفاعات العنيفة •

(ب) تحطيم المخروط البركانى بسبب الثورانات والانفجارات المصاحبة لهـا •

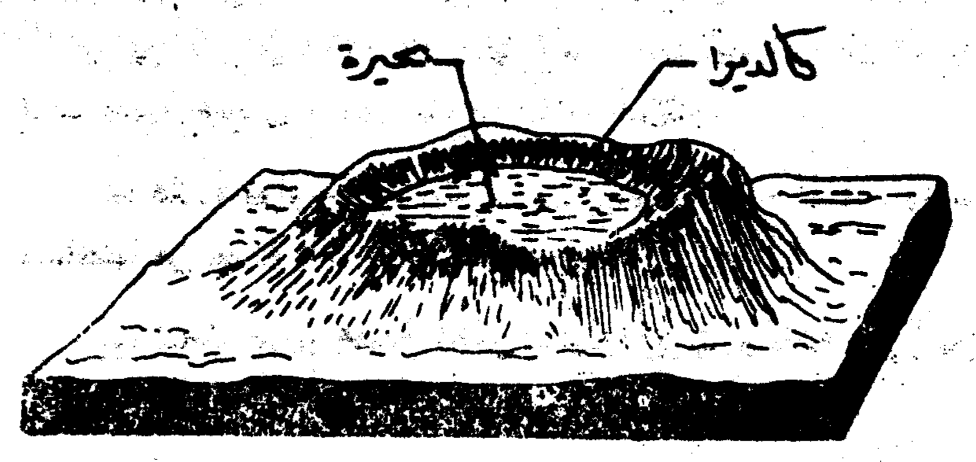
(ج) توقف اندفاعات للافا وهبوط قمة البركان فى الصهير •

(د) كالديرا بداخلها مخاريط بركانية جديدة (أى تالية لتكون الكالديرا) حيث نشط البركان من جديد(١) •

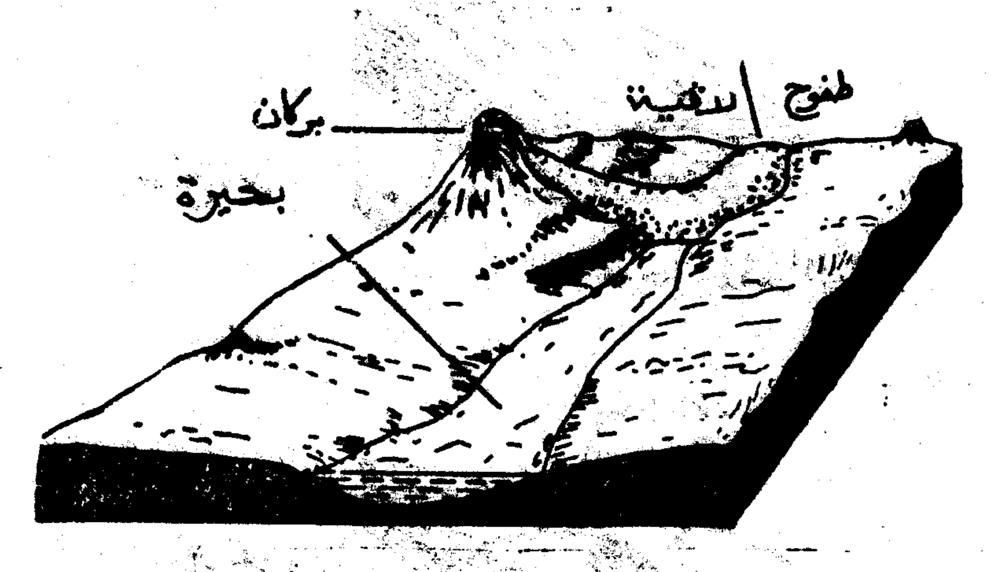
---

(1) Bunnett, R.B., Physical Geography in Diagrams, London 1965, p 35

وقد تصبح الكالديرا موضعا لبحيرة مثل بحيرة توبا شمال جزيرة سومطرة وبحيرة كريتر بالولايات المتحدة الامريكية وهناك من يزعم بأن بحيرة طانا باثيوبيا تحتل موضعا لفوهة بركان كالديرا قديم وان كان هذا الزعم لا يرتكز على أسس علمية سليمة ويوضح شكل (١١) بحيرة تشغل فوهة بركان كما أنه قد ينتج بحيرة أمام طفوح اللافا التى تبدو كحواجز طبيعية كما فى شكل (١٢) .



شكل (١١) بحيرة تشغل فوه بركان



شكل (١٢) بحيرة ناتجة عن طفوح اللافا

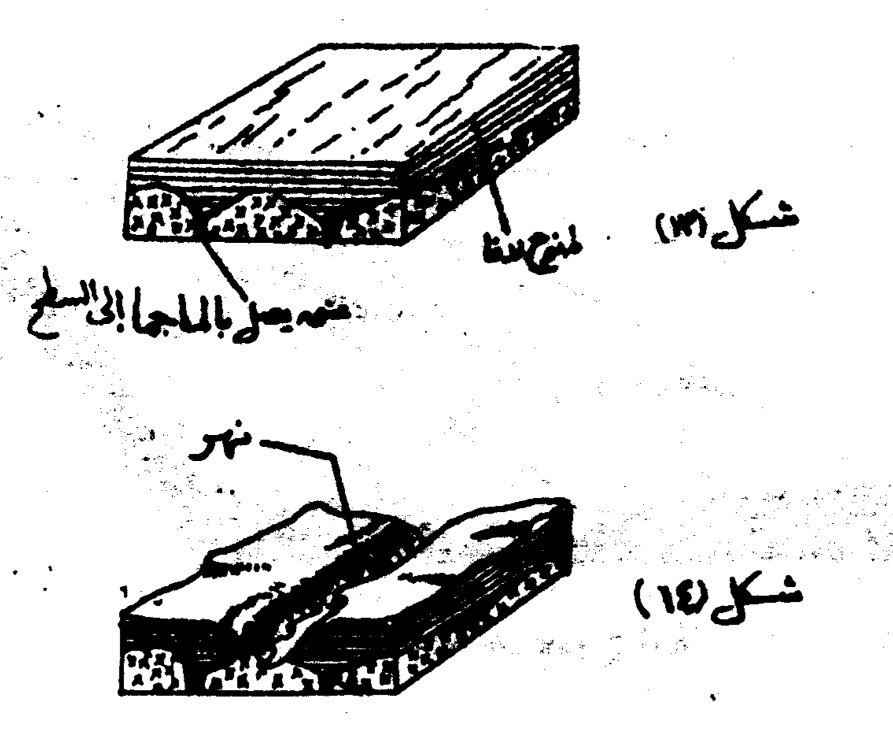
الملامح المورفولوجية الناتجة عن الطفوح اللافية :

كثيرا ما تنساب كميات ضخمة من المصهورات اللافية وذلك من خلال الشقوق العديدة التى تتعرض لها قشرة الارض وتنتشر على مساحات واسعة تحيط بالمنطقة وتنتج عن الانسياب المتوالى للافا تكون رصيف لابى Lava Platform يتميز باتساعه وارتفاعه الذى يبدو فى شكل أقرب الى الهضبة Plateau وقد يصل سمك هضاب اللافا الى أكثر من ٢٠٠٠ متر مثل الاجزاء من هضبة الدكن البركانية قرب مدينة بومباى • ومن هضاب اللافا البركانية :

— هضبة كولومبيا وسنيك شمال غرب الولايات المتحدة وتقترب مساحتها من نصف مليون كيلو متر مربع •

— شمال غرب هضبة الدكن بالهند وتزيد مساحة عن الهضبة السابقة •

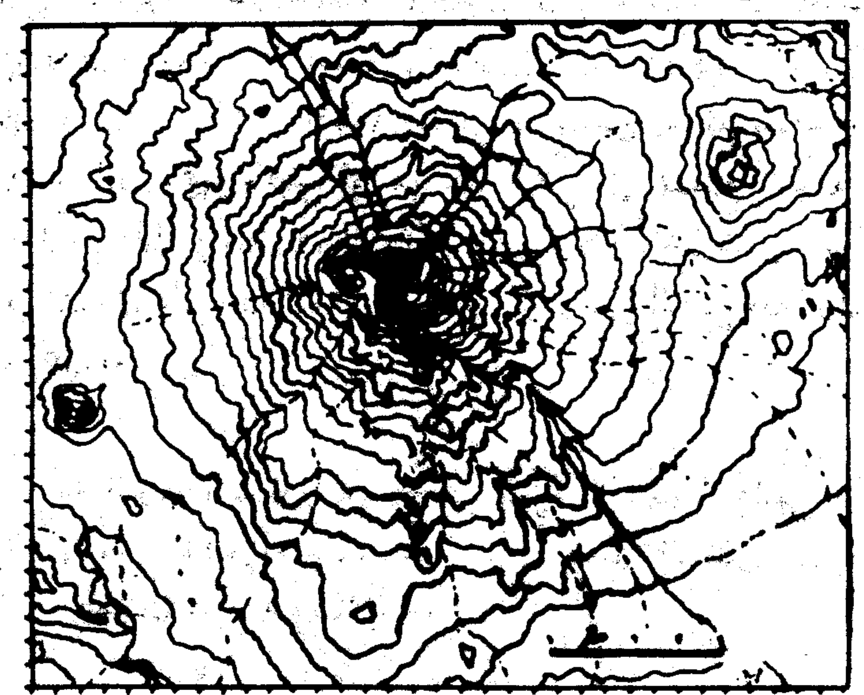
— أجزاء من هضبة جنوب أفريقيا تبدو أجزاءها العليا ممثلة فى جبال دراكنز برج •



ويوضح شكل (١٣) التضاريس الاصلية وقد دفنت أسفل طفوح اللافا كما يوضح شكل (١٤) وادى نهرى وقد قطع مجراه منطقة ذات طفوح لافية ليصبح نهرا منطبعا فوق صخور الاساس ويوجد مثال واضح على الحالة الاخيرة فى نهر سنيك بولاية أوريجون بالولايات المتحدة .

وجدير بالذكر أن لطفوح اللافا أهمية كبرى خاصة بعد تجويتها ونقلها وذلك فى خلق أنواع خصبة من التربة مثل تربة الحبشة[1] الخصبة التى تساهم فى خصوبة وادى النيل ودلتاه وتربة شمال غرب الدكن وهى عادة صخور قاعدية لافية .

ويبين شكل (١٥ ب) خريطة كنتورية لجبل شاستا وهو يعتبر بركان ضخم فى سلسلة كسكيد الامريكية ويلاحظ من الشكل تقطع الجزء الرئيسى من البركان بواسطة الانهار والثلاجات حيث يبلغ ارتفاعه أكثر من ١٤ ألف قدم وتظن الثلاجات مهشرة أعلاه . كما تظهر الانهار فى تصريف اشعاعى كما يلاحظ منه بعض المخاريط الصغيرة الاقل ارتفاعا .



شكل (١٥) جبل شا ستا يمثل مخروط بركاني ضغط قطعته الأنهار والثلاجات

---

(١) تسمى التكوينات البركانية فى الحبشة باسم اشانجى ومجدالا وسمكها يزيد على ثلاثة الاف متر .

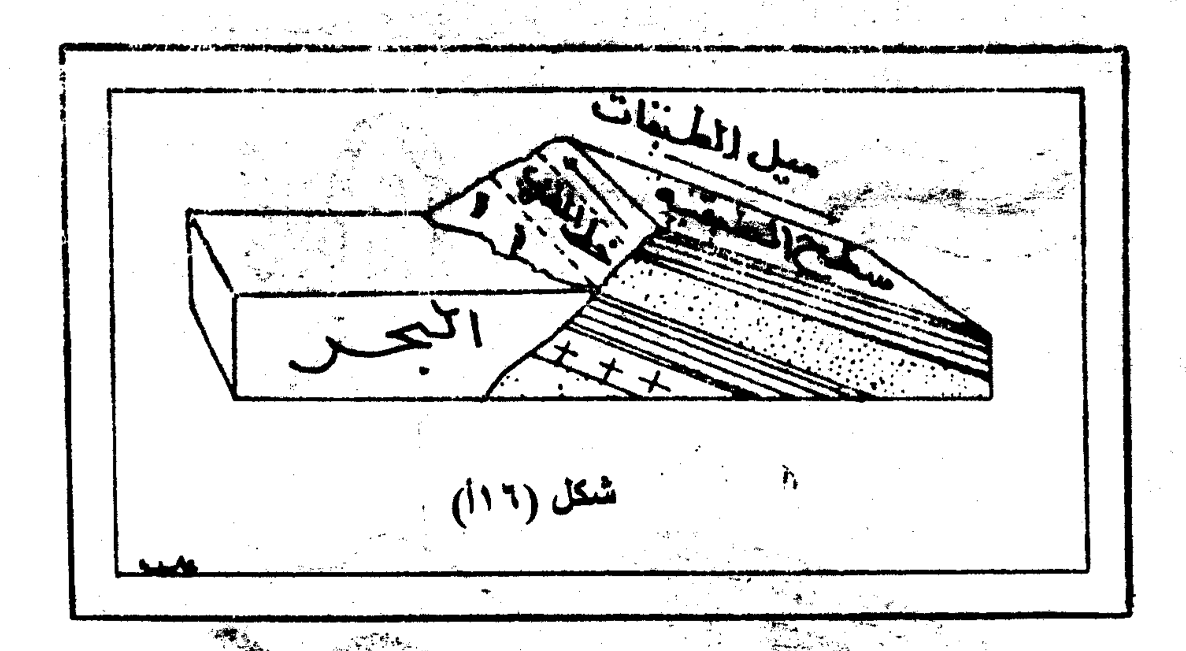
ثانيا ـ الظاهرات الجيومورفية الناتجة عن الالتواء Rock Folding

الصخور الرسوبية عبارة عن رواسب تم ترسيبها فى بداية الامـر فى طبقات ذات وضع أفقى horizontal laye, يسمى وجه أى طبقة بسطح الطبقية أو سطح الانفصال Bedding plane وتعمل الحركات الارضية على تغيير هذا الوضع الافقى للطبقات نتيجة لما تتعرض لـه من ضغوط جانبية حيث تنثنى أو تميل وتقاس زاوية الميل بجهـاز الكلينوميتر Clinometer حيث تحدد أولا اتجاه الميل بواسـطة البوصلة ثم يتم وضع الكلينوميتر فى اتجاه عمودى على امتداد الطبقة •

ويقصد بميل الطبقات الزاوية التى يصنعها مستوى الطبقة مـع المستوى الافقى ويجب أن يقاس الميل فى اتجـاه متعـامد مع مضرب الطبقات لاستخراج زاوية الميل Angle of Dip أما اذا تـم القياس فى اتجاه آخر فينتج ما يعرف بزاوية الميـل الظاهـرية Apparent angle لما يعـرف بالميـل الظـاهرى • أما المضرب Strike فهوخطخيالى ينتج عن تقاطع سطح الطبقـة المائلة مع المستوى الافقى أو هو خط أفقى على سطح الطبقة المـائلة متعامدا مع الميل ويظهر فى الخرائط الجيولوجية كخط قصير ويظهر الميل كسهم عمودى على هذا الخط وعادة ما يكتب على السهم قيمة زاوية الميل شكل (١٥) •

وأما التواء الصخور فينتج عن تعرضها لضغط جانبى داخـل قشرة الارض فالالتواء باختصار يعنى تجعيد الصخور بدرجـات مختلفة وبأشكال متباينة (شكل ١٦) •

وكما هو واضح من شكل (١٧) فان الالتواء الناتج التواء بسـيط عبارة عن التواء محدب upfold or anticline أو التـواء مقعـر downfold or Syncline وتسمى جوانب الطية (الالتواء) بأطراف

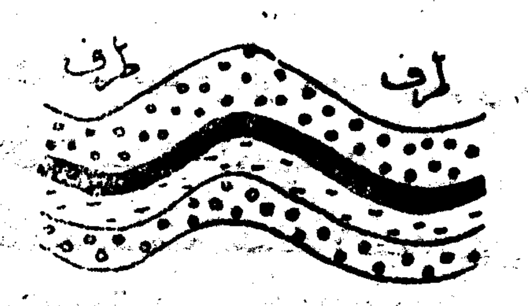


شكل (١٦أ)

كتل قارية

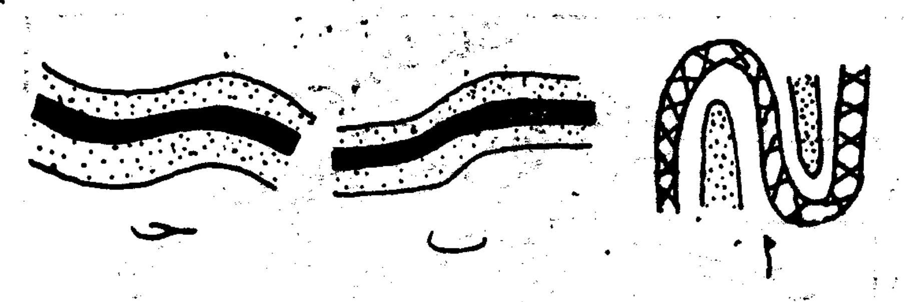


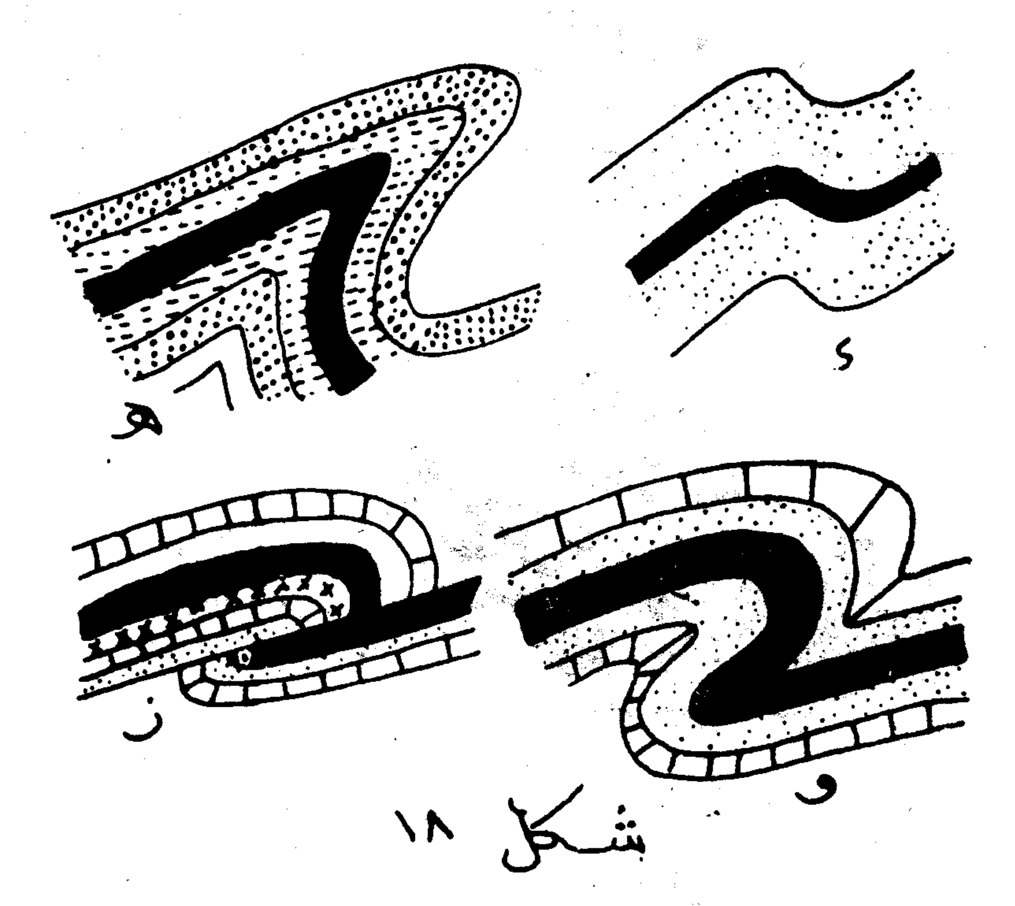
شكل ١٦



شكل ١٧

الطية Limbs واذا استمر الضغط فان الالتواءات البسيطة تأخذ اشكالا مختلفة كما يتضح من شكل (١٨) (ا ، ب ، جـ ، د ، و ، ز).





شكل ١٨

شكل ا — يوضح طية محدبة وأخرى مقعرة .

شكل ب — طية أحادية الميل .

شكل جـ — طية متماثلة (حيث تكون زاوية الميل متماثلة على جانبى المحور وتسمى Symmetrical fold)

شكل د — طية غير متماثلة Asymmetrical وفيها يكون الميل في جانب أكثر منه في الجانب الآخر .

شكل هـ — الطية المقلوبة Overturned fold حيث يزيد الميل في أحد الاطراف على ٩٠ درجة بحيث يصبح أحد الطرفين أسفل الطرف الآخر •

شكل و — الطية النائمة Recumbent fold وفيها يصبح طرفي الطية في وضع أفقي أو شبه أفقي •

شكل ز — اذا تصدعت الطية على سطح معين بسبب زيادة ميلها عن الوضع السابق مباشرة تسمى طية نائمة متصدعة Overthrust fold •

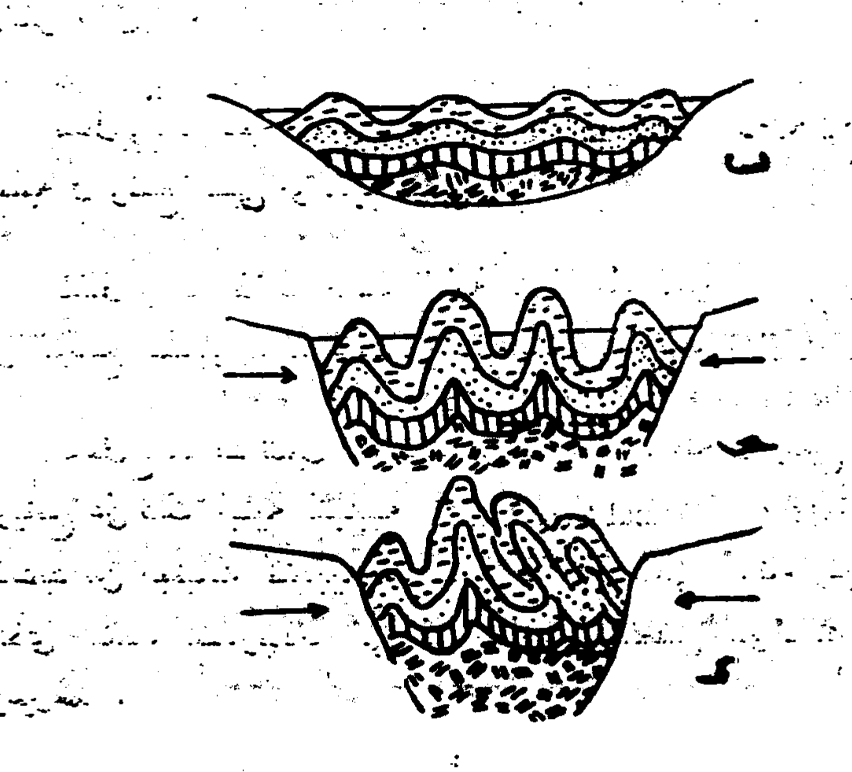
شكل ح — قد تميل الطبقات من نقطة متوسطة في جميع الاتجاهات وينتج عن ذلك البنية القبابية Domal Structure • ويوجد في مصر العديد من البنيات القبابية مثل قبو المغارة شمالي سيناء وقبو البحرية الذى انقلب تضاريسيا الى ما يعرف بمنخفض الواحات البحرية وغيرهما •

الجبال الالتوائية Fold mountains :

يتكون الجبال الالتوائية من كتل ضخمة من الصخور الرسوبية الملتوية يصل سمكها الى أكثر من ٤٠٫٠٠٠ قدم وهذه الصخور الرسوبية قد تكونت في بادىء الأمر في وضع أفقي ثم حدث لها التواء بسبب ضغوط جانبيه Lateral Compression عملت بالتالى على تناقص امتدادها الافقي وزيادة سمكها •

ويعتقد البعض بأن الجبال الالتوائية قد تكونت بسبب تجعدات أصابت قشرة الارض بعد برودتها ولكن هذا الاعتقاد لم يعد مقبولا الآن حيث أن نشأة الجبال الالتوائية وغيرها من أشكال سطح الارض أعقد من ذلك بكثير •

وقد أوضح هولمز A. Holmes في كتابه أصـول الجيولوجيا الطبيعية كيفية نشأة الجبال الالتوائية كما تظهر في شكل (١٩) (ا ب جـ د)



شكل (١٩)

شكل ا — بحر جيولوجى قديم ينحصر بين كتلتين قاديتين .

شكل ب — تحركات في طبقة السيما أدت الى اقتراب الكتل القارية من بعضهـا .

شكل جـ — الاقتراب الواضح للكتل القارية أدى الى التواء شديد لرواسب البحر الجيولوجى القديم Geosyncline

شكل د — الشكل النهائى للالتواء .

(1) Robinson, H. and Hudson, Physical and Human Geography Third Edition, Plymouth, p 77.

والواقع أن الجبال الالتوائية البسيطة نادرا ما توجد ومن أمثلتها جبال جورا Jura فى فرنسا حيث تتمثل هذه الجبال فى التواء محدب بينما نجد أن الالتواءات المعقدة أكثر شيوعا(١) •

وليس أمرا مؤكدا أن تكون الجبال المرتفعة فى الوقت الحاضر عبارة عن طيات محدبه والاودية والمنخفضات عبارة عن طيات مقعرة ولكن قد تظهر الجبال فى طيات مقعرة وتشق الاودية مجاريها على محاور axes طيات محدبة حيث يسهل البحث فى مناطق الشد الصخرى عكس منطقة الضغط فى الطيات المقعرة حيث تقصر المسافات فى الصخر ويزداد تماسكا ويصبح أكثر مقاومة لعوامل التعرية المختلفة ويتضح ذلك فى شكل (٢٠) •

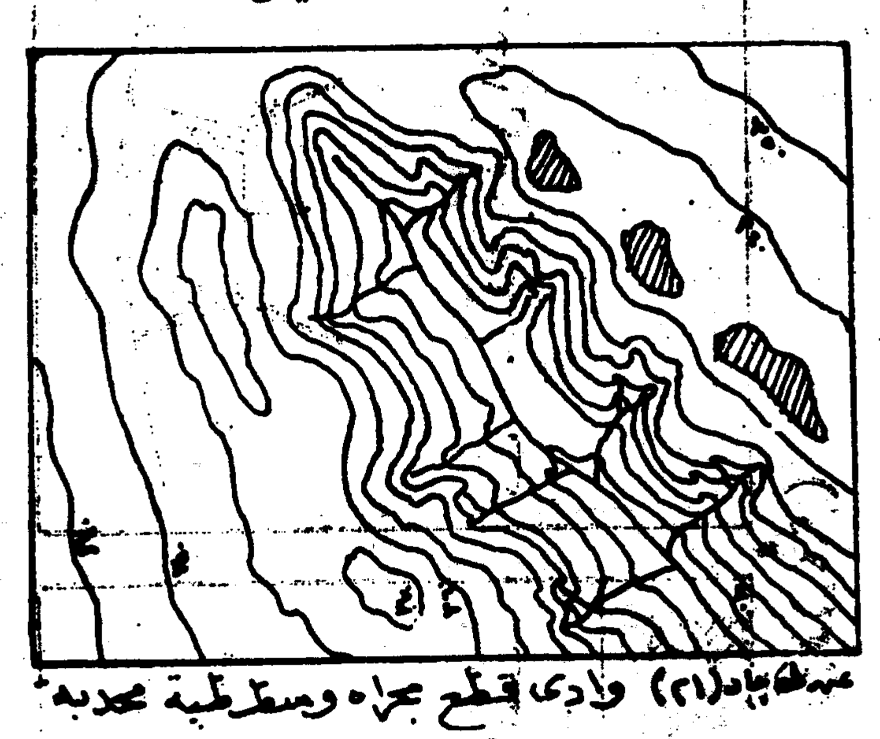
---

(١) من الامور التى يجب ان يأخذها الجيومورفولوجى فى اعتباره عند دراسة الاشكال الارضية أن الظاهرات المعقدة أكثر شيوعا بكثير من الظاهرات البسيطة بسبب تعدد العوامل المؤثرة فى هذه الظاهرات سواء كانت باطنية أو خارجية وقد قال ثورنبرى thornbury الجيومورفولوجى الامريكى فى كتابه أصول الجيومورفولوجيا

Complexty is more Common than Simpleeity

شكل (٢) قطاع في جبال قصور شرق عين صفرا بالجزائر

كما يلاحظ من شكل (٢١) وادى قد نمت مجراه على طول محور طية محدبة ويعرف هذا المحدب بالمحدب المنحوت breached anticline ويلاحظ شدة الانحدار فى الجانبين تجاه الوادى حيث تقترب خطوط الكنتور وتنحدر عليهما عدد من الروافد تجاه النهر الرئيسى .

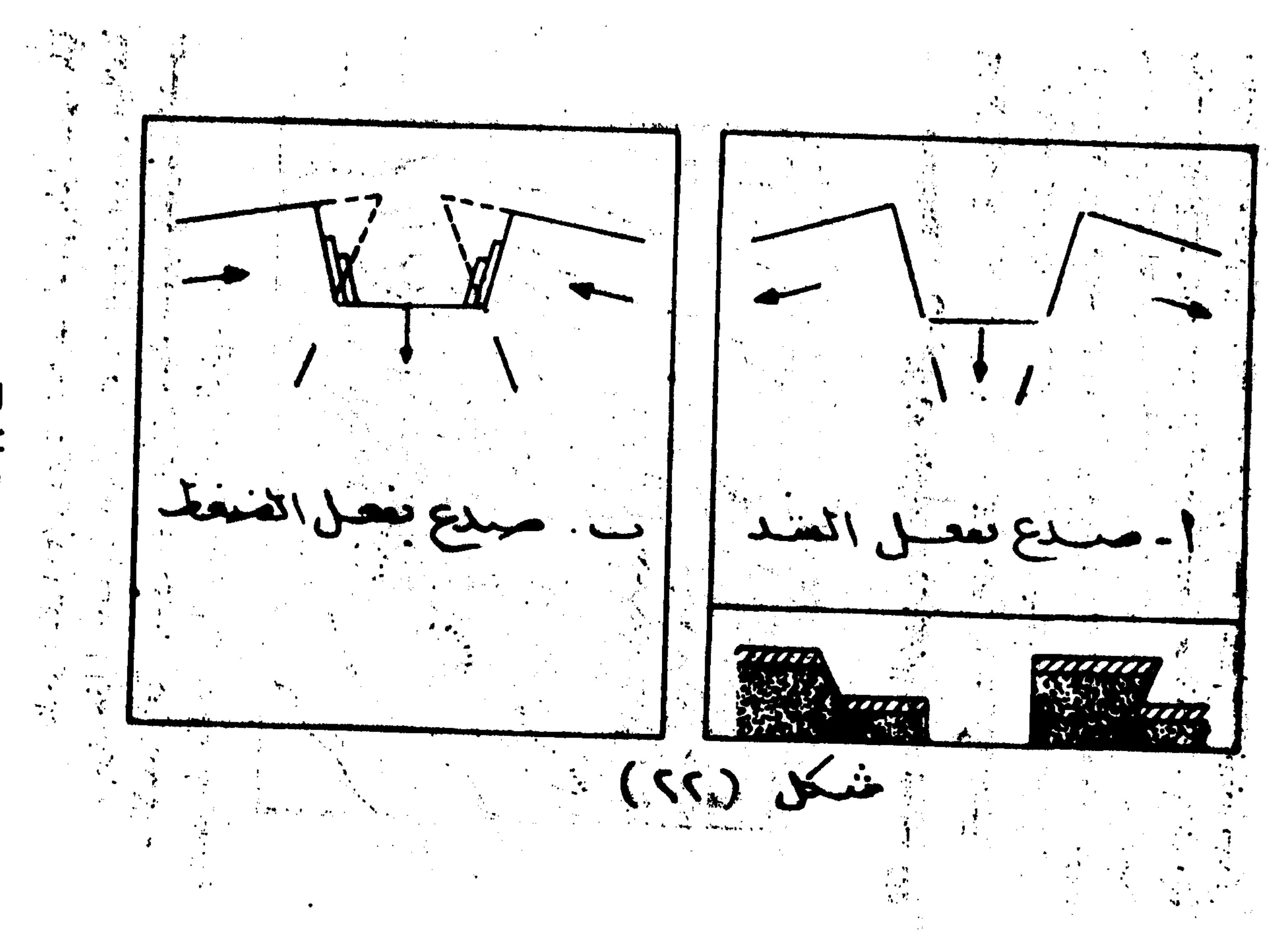


شكل (٢١) وادى قطع مجراه وسط طية محدبة

ثالثا ــ الظاهرات الجيومورفية الناتجة عن التصدع Faulting

تتسبب التصدعات عن قوى جانبية ورأسية ناتجة عن الضغط Compression أو الشد Tension ويتسبب عن الشد صدع عادى a normal fault (شكل ٢٢ ا) وفيه تشد الطبقات ويميل سطح الصدع نحو الكتله الهابطه Down Throw ويكون ذو زاوية ميل كبيرة وينتج عنه تمدد موضعى فى القشرة الارضية وذلك نتيجة الزحف الجانبى للطبقات ويطلق أحيانا على الصدع العادى صدع الشد .

أما الضغط فيسبب ما يعرف بالصدع المعكوس of reverse Fault Thrust وفيه يميل سطح الصدع عكس اتجاه الجزء الهابط ــ اى انه يميل فى اتجاه الجزء المرتفع Up throw ويطلق على هذا النوع من



شكل (٢٢)

الصدوع أيضا صدع الضغط ويتميز بصغر زاوية الميل وعادة ما يحدث للطبقات النائمة (شكل ٢٢ ب) •

وهناك الصدع العمودى Vertical Fault وفيه يكون سطح الصدع عموديا كما تنتقل الطبقات رأسيا الى أعلى أو أسفل وتكون زاوية الميل ٩٠ درجة أو قريبة منها ، وأما الصدع الافقى فهو يحدث نتيجة لحركة أفقية أو شبه أفقية وهو نادر الحدوث (شكل ٢٣ ا) •

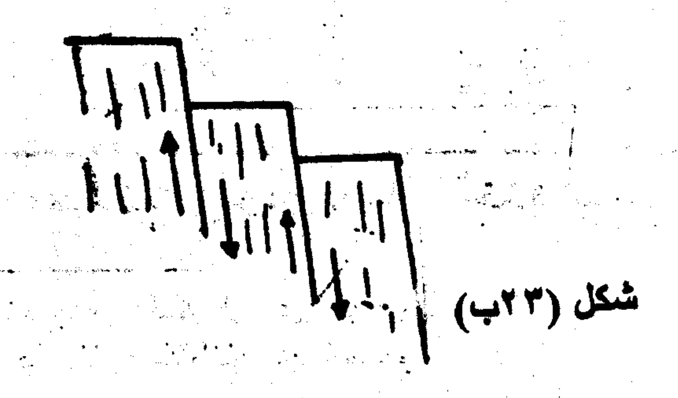
ما سبق ذكره عبارة عن صدوع بسيطة أما الصدوع المركبة Compound فتنقسم الى ا — صدوع درجية Step faults وفيها يكون اتجاه الميل واحدا كما هو الحال فى شكل (٢٣ ب) •

(ب) الصدوع الحوضية الاخدودية Graben or Troughs

وهى عبارة عن هبوط كتلة أرضية بين صدعين وتكون منخفضة عما يحيط بها من أرض مثال ذلك النظام الاخدودى فى شرق أفريقيا وسيذكر بالتفصيل كأكبر تصدع شهده العالم •



شكل (٢٣ا)



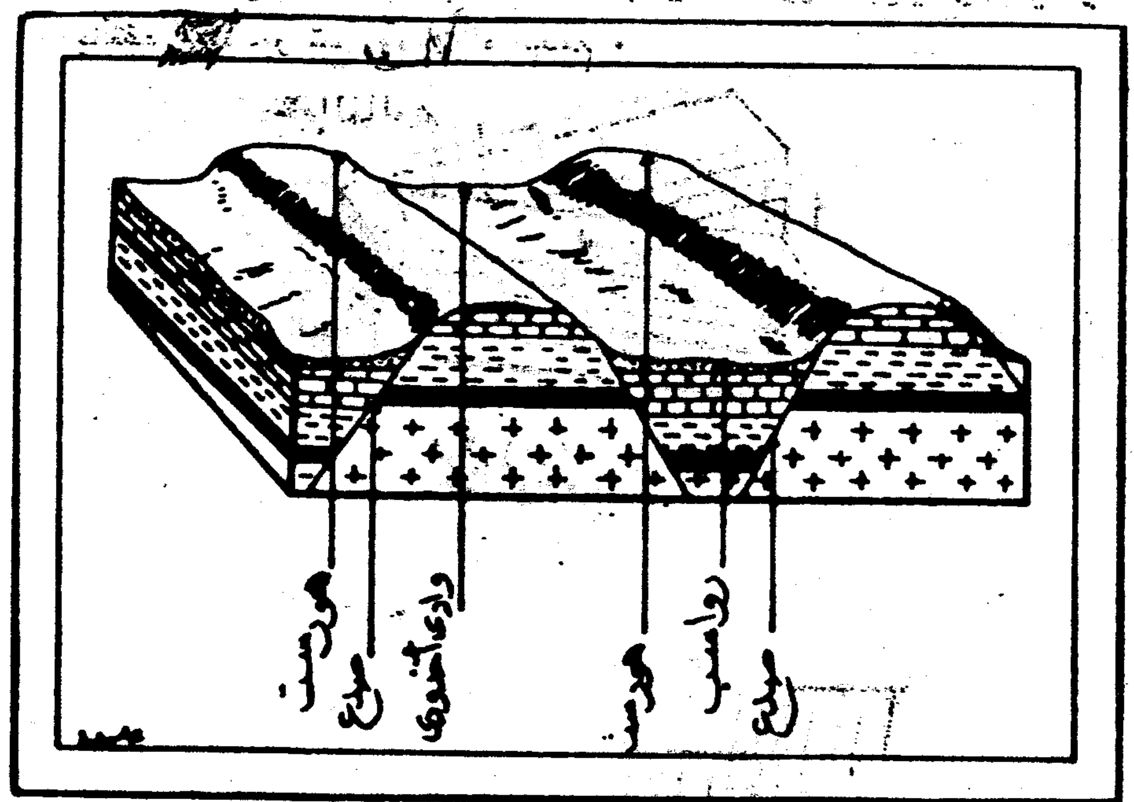
شكل (٢٣ب)

جـ ــ الصدوع الهورستية **Horst**

وتتمثل فى مجموعة من الصدوع نتج عنها رفع فى الجزء الاوسط فى شكل بروز يرتفع عما يحيط به كما فى شكل (٢٤)

رابعاً ــ أمثلة المناطق التى تعرضت للتصدعات فى العالم :

لقد نتج عن حركات التصدع ــ أو ما تعرف بحركات الارض الرأسية ــ إرتفاع مناسيب بعض المناطق مكونة الهضاب **Plateaux** (١) وانخفاض مناسيب بعض المناطق مكونة ما يعرف بالاحواض **Basins** ومن أمثلة الاولى هضاب شرق أفريقيا ، التبت وهضاب كلورادو أمـا



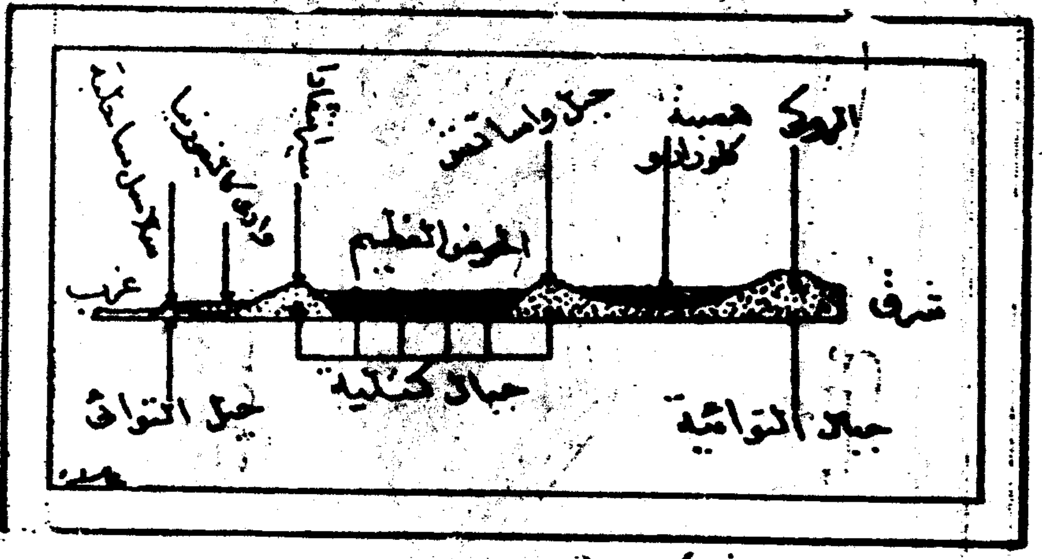
شكل (٢٤) صدوع وأودية أخدودية

---

(١) جدير بالذكر ان اى صدع ولو لبضعة سنتيمترات يمكن ان يتسبب فى زحزحة ملايين الأطنان من الصخور .

الاحواض فهى ذات أنواع مختلفة مثلها فى ذلك مثل الهضاب فى تنوعها فهناك أحواض بحرية Seabasins مثل بحر سيليبز والبحر الايونى وأحواض تطوقها أذرع جبلية عادة ما تكون التوائية مثل الحوض العظيم بالولايات المتحدة الى الغرب من الروكى ، حوض تاريم بوسط آسيا وحوض بحيرة فكتوريا التى تزيد مساحتها عن ٦٩ ألف كيلو متر مربع وحوض تشاد الذى تتوسطه بحيرة تشاد والتى تمثل مستوى قاعدة محلى لنهر شارى وكذلك حوض الكونغو وقد امتلأت هذه الأحواض بالرواسب ويعد الحوض الاخير من الاحواض ذات التصريف الخارجى external Drainage

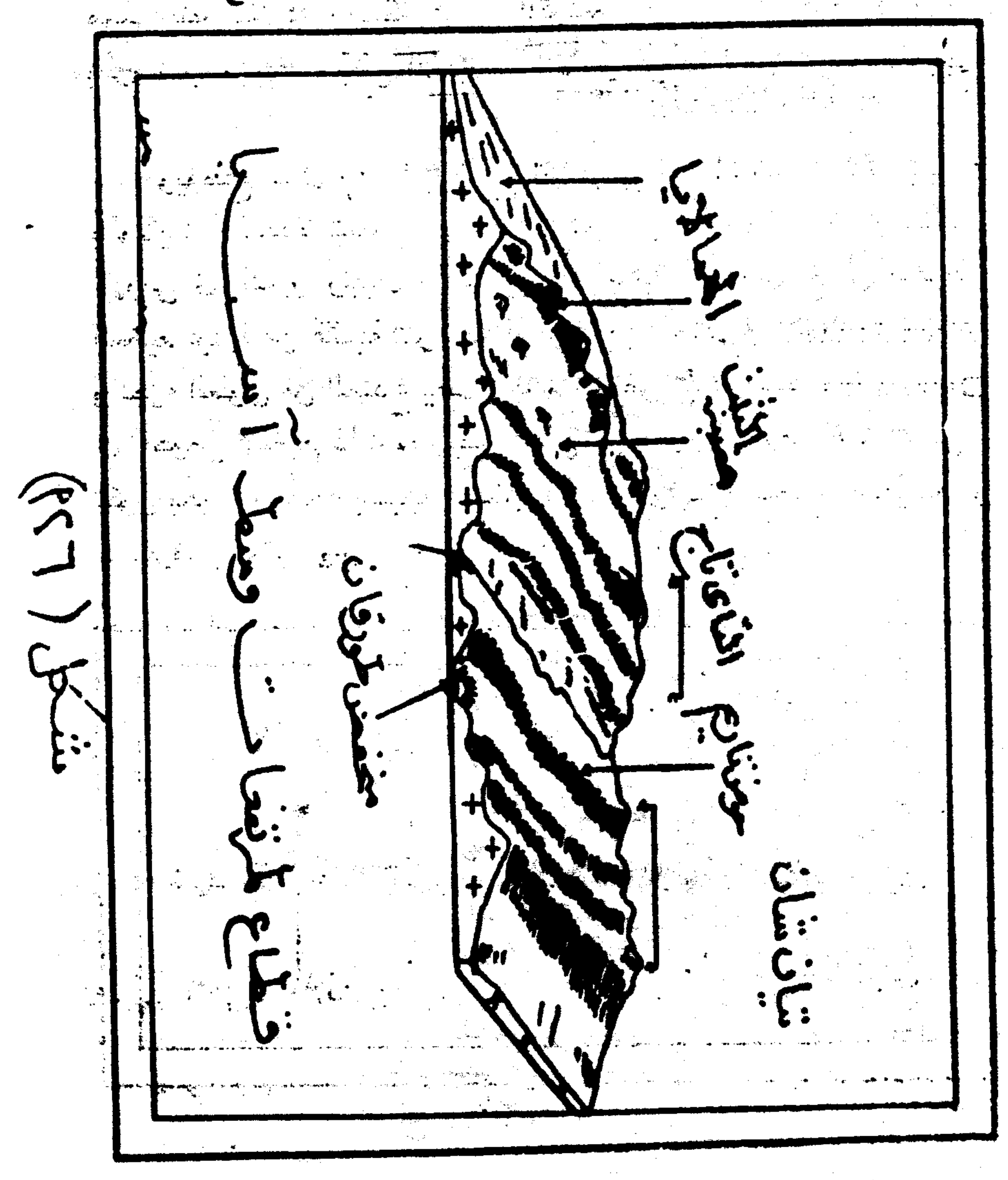
ويوضح شكل (٢٥ ا) قطاع توضيحى عبر المرتفعات الغربية بالولايات المتحدة تظهر منه هضبة كلورادو محصورة بين جبال الروكى فى الشرق وجبال واساتش فى الغرب ، والواقع أن الحوض العظيم عبارة عن هضبة تعرضت لمجوعة من الصدوع Block Faulted والجزء العلوى من الصدع يمثل الجبال وبعض المنخفضات Depressions. فى الحوض العظيم ذات تصريف داخلى internal مما يؤدى الى تكون بحيرات مالحة بسبب التبخر الشديد أو ينتج سطوح ملحية أو ما يعرف بالبلايا Playa .



شكل (٢٥)

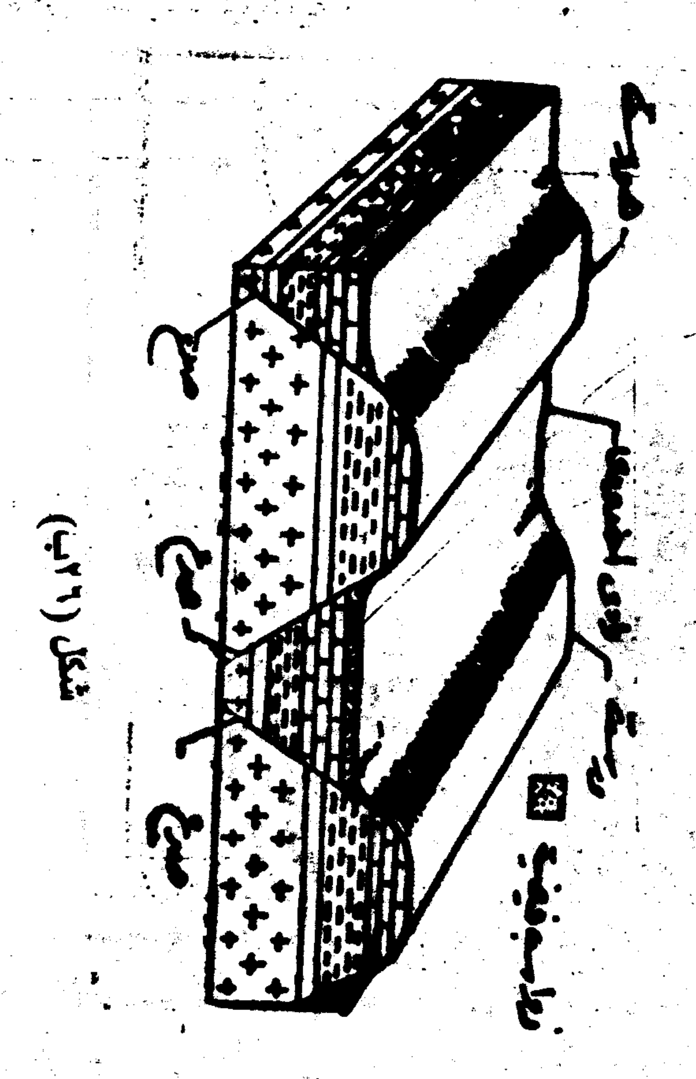
وتظهر في وسط آسيا العديد من الهضاب والاحواض مثل التبت أعلى هضاب العالم والتي يطلق عليها سقف العالم وحوض تورفان يقع تحت منسوب سطح البحر وحوض تاريم الذي يتراوح ارتفاع قاعة عنه ستوى سطح البحر ما بين ٢٠٠ الى ٦٠٠ قدم (شكل ٢٦) .

وقد تؤدى الحركات الارضية الى تقسيم سطح الارض الى كتل طولية الشكل Rectangular - Shaped Blocks بعضها مرتفع في صورة



شكل (٢٦)

هورست والآخر فى صورة حوض طولى (شكل ٢٦ ب) وقد ترتفع حافة واحدة بارزة مثل الغات الغربية بالهند ، أو هضبة الصومال التى تنحدر بشدة نحو حوض خليج عدن •



شكل (٢٦ب)

الأخدود الافريقى العظيم African Rift Valley

يتضمن الجزء الشرقى من أفريقيا سلسلة من الاودية الاخدودية والتى يطلق عليها مجتمعه نظام الوادى الاخـــدودى الافريقـــى

A Rift valley System تبدو في صورة أحواض طولية Troughs ، تقع بداخلها أكبر البحيرات في شرق افريقيا وذلك باستثناء بحيرة فكتوريا الانخفاضية (شكل ٢٧) كما تنتشر على جوانبها وفي قيعانها مئات من المخاريط البركانية •



شكل (٢٧) نظام أخدود شرق إفريقيا

ويمتد الاخدود الافريقي العظيم على مسافة طولها ٤٠٠٠ كيلو متر وذلك من موزمبيق جنوبا حتى أثيوبيا في الشمال • ويمكن تقسيمة الى أربعة أقسام رئيسية •

(ا) الاخدود الاثيوبي ويمتد من مثلث عفار في الشمال حتى بحيرة توركانا (رودلف) •

(ب) الاخدود الشرقي في كينيا وتنزانيا مشتملا على الفروع التي تقع بها بحيرة اياس وخليج كافرندو الممتد شمال شرقي بحيرة فكتوريا •

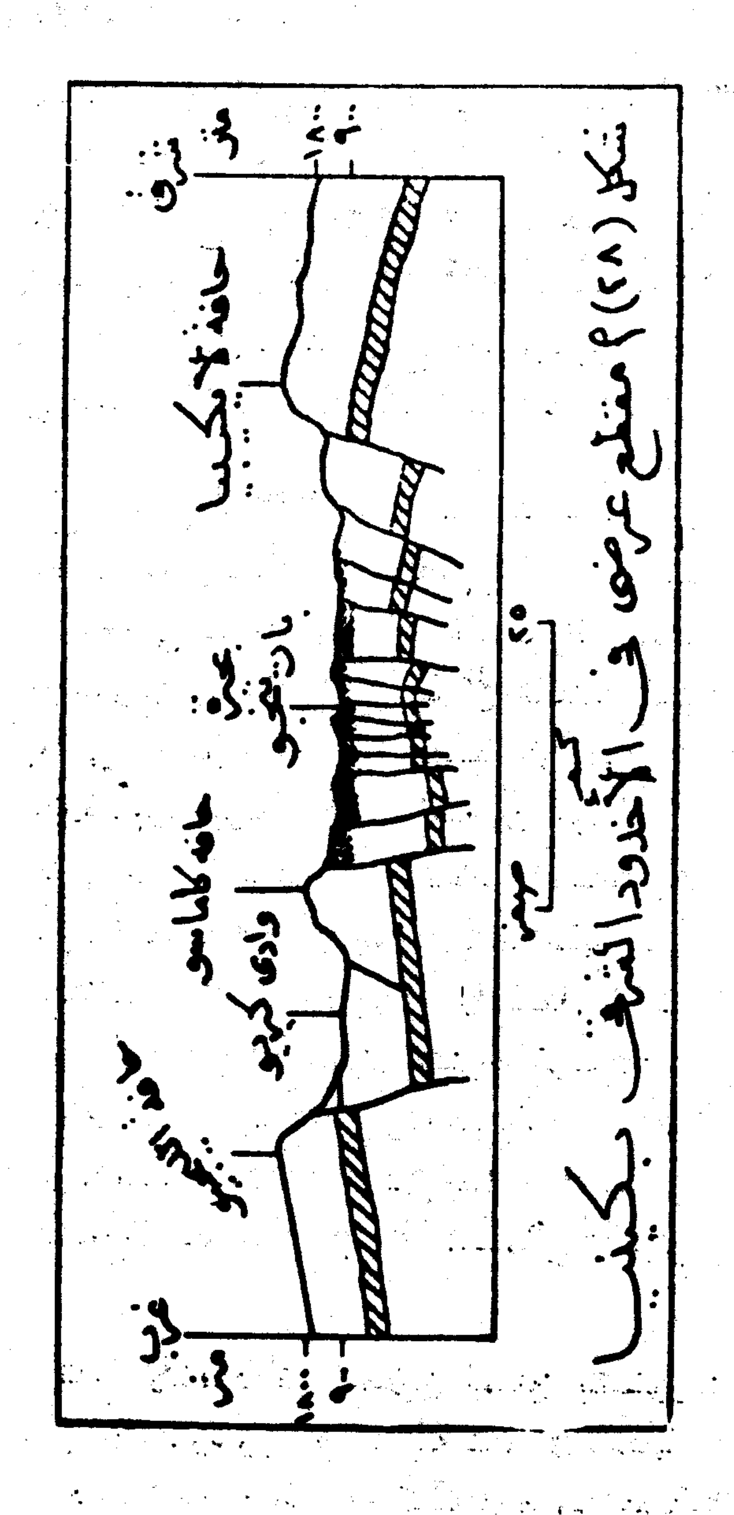
(ج) الاخدود الغربي يمتد من بحيرة موبوتو (ألبرت) حتى بحيرة تنجانيقا •

(د) اخدود ملاوى ويحيط ببحيرة ملاوى ونهر شيرى وحوض أوريما بموزمبيق ووادى لوانجوا فى زامبيا ٠

ويبلغ متوسط عرض الأخدود الافريقى ٥٠ كيلو مترا ومتوسط ارتفاع حافات الأخدود ٦٠٠ متر وان كان هناك تباينا واضحا فى الاتساع والعمق من قطاع الى آخر فيصل اتساعه فى كينيا أكثر من مائة كيلو متر كما ترتفع سلسلة أبرديز التى تبدو كحائط للاخدود الى أكثر من ٢٠٠٠ متر فوق مستوى قاع الأخدود بينما فى تنزانيا الى الجنوب تختفى معالم الأخدود ولا يزيد ارتفاع حافاته عن مائة متر ٠

وأما الذراع الغربى من الاخدود فنجد التناقضات أكثر وضوحا حيث ترتفع كتلة روتزورى داخل الاخدود الى ٥٠٠٠ متر — تقع الى الشرق من نهر السمليكى — بينما قاع بحيرة تنجانيقا منخفض الى نحو ٦٥٠ متر تحت مستوى سطح البحر ٠ كما أن الحافات تختلف اختلافا كبيرا من جانب الى آخر داخل نطاق هذا الأخدود فنجد الجانب الزائيرى من بحيرة ألبرت يرتفع الى الضعف عن الجانب الأوغندى من البحيرة وفى بعض الاجزاء نجد جانبا الاخدود محاطا بصدع منفرد ولكن أغلب النظام الاخدودى يتعدد الصدوع حيث تظهر حافات درجية على جوانبه وتتضح كثيرا فى الجزء الأسفل من حافة كيدونج Kedong Scarp فى الأخدود الشرقى جنوب غرب مدينة نيروبى عاصمة كينيا ، كما تظهر الصدوع المتوازنة على الجانب الغربى لأخدود ملاوى حيث تظهر مرتفعات ليفنجستون التى يصل ارتفاعها الى ٢٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر على الجانب الشمالى الشرقى من بحيرة مالاوى ٠

وقد امتلأ قاع الأخدود خلال ملايين السنين بصخور ناتجة عن طفوح الماجما تبدو فى صورة رواسب سميكة تصل فى سمكها الى نحو ١٠٠٠ متر ، فتوجد رواسب من طفوح بركانية فى مناطق عديدة بالأخدود الشرقى مثل طفوح كيريكيتى Kirikiti و مبروك فى الأخدود الكينى حيث يرتفع القاع الى ١٨٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر عند بحيرة



شكل (٢٨) مقطع عرضي في الأخدود الشرقي بكينيا

نيفاشا وتوجد طفوح بركانية مماثلة فى الأخدود الاثيوبى وفى الأخدود الغربى شمال بحيرة كيفو . كما ترسبت رواسب خلال الزمنين الثالث والرابع يصل سمكها فى بحيرة (موبوتو) ١٥٠٠ متر . وتعلب هذه الرواسب بالاضافة الى الصدوع الثانوية ـ خاصة العرضية منها دورها فى عدم استواء قاع الأخدود حيث ظهرت هورستات صغيرة داخل الاحواض الاخدودية الرئيسية (شكل ٢٨ أ) مثل حافة كاماسيا التى انفصلت عن حافة اللجيو Elgeyo بسبب صدوع عرضية ثانوية .

وهناك آراء قيلت فى نشأة الاخدود الافريقى العظيم وكان جريجورى . Gregory من الرواد الأول فى دراسة النظام الأخدودى فى شرق افريقيا وهو صاحب الشد والتى يرى من خلالها بأن الأخدود قد تكون نتيجة لحدوث حركات شد على طول صدوع حدثت على جوانب انبعاج أرضى ضخم Huge Swell تسبب عنها هبوط الكتل الوسطى بين صدوع متوازية (شكل ٢٢ أ) .

بينما نجد ويلاند يرجع نشأة الأخدود الى قوى الضغط فى قشرة الأرض Compressional Forces مما سبب فى رفع الكتل الصدعية تجاه بعضها حيث تعلو الجزء الأوسط (شكل ٢٢ ب) .

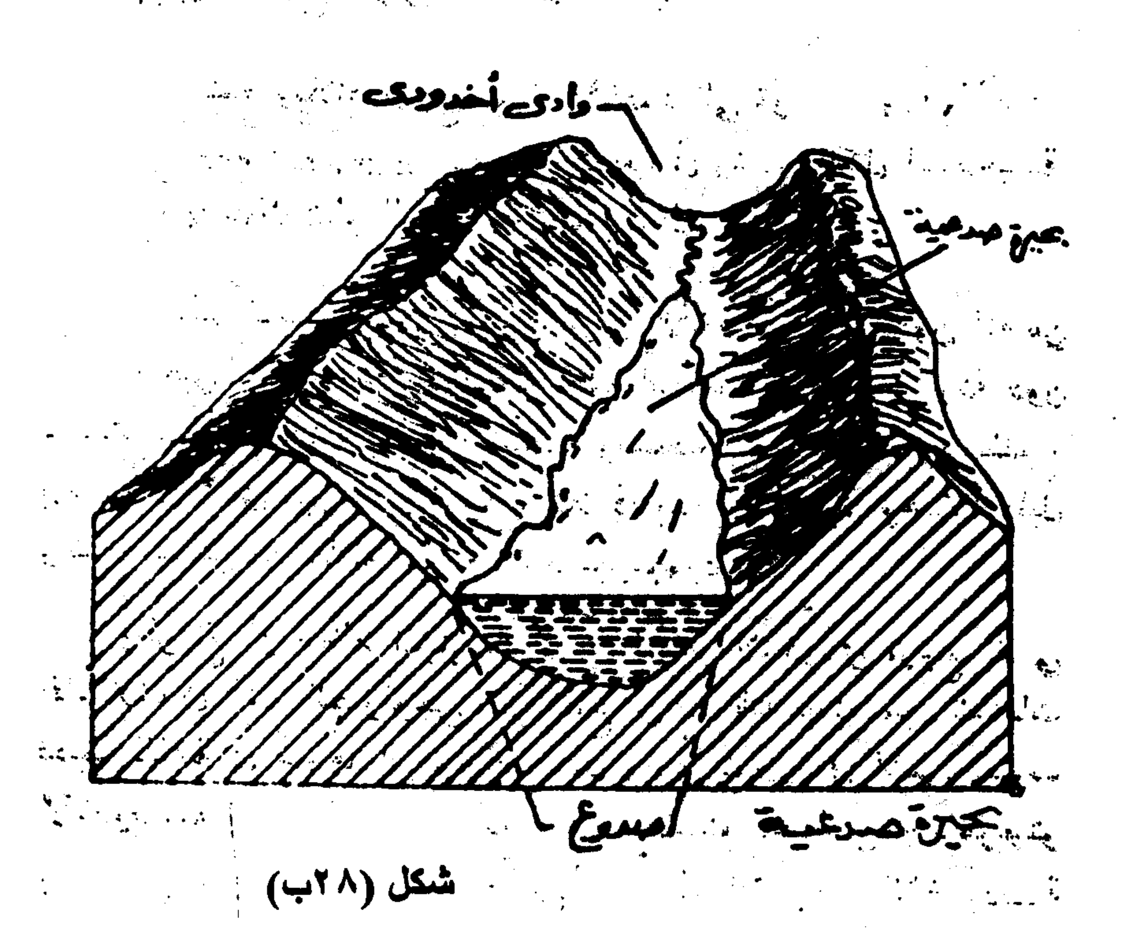
ومعظم الجيولوجيون يؤيدون الرأى الأخير حيث يعتقدون أنه من الصعب هبوط الجزء الأوسط فوق كتلة السيما Sima المرنة دون حدوث طفوح بركانية بكميات ضخمة ويستدلون بعدم وجود طفوح بركانية فى أعمق أجزاء الأخدود ممثلا فى بحيرة تنجانيقا وهذا دليل واضح تقوض من خلاله نظرية الشد لجريجورى .

والواقع أن معظم التباينات فى النظام الاخدودى ترجع الى الاختلاف فى العمر الجيولوجى لكل قطاع من قطاعاته فبينما نجد قطاعات قديمة للغاية فى عمرها الجيولوجى مثل وادى شيرى فى أقصى جنوب الأخدود نجد بعض القطاعات حديثة مثل الحافات المحيطة ببحيرة موبوتو (البرت) ، وتشير دلائل كثيرة الى أن معظم الاحواض الاخدودية

الطولية تحدها صدوع عادية ترجع الى عامل الشد بينما نجد أن الصدوع القديمة ترجع الى عامل الضغط ، وعموما يمكن اعتبار الأخدود الافريقى المعظم ناتجا من كل من صدوع الشد وصدوع الضغط لأنه حتى الآن ليس هنـاك اتفاق محدد على كيفية نشأة الأخدود •

ويلاحظ من شـكل (٢٧) كيف أن الجزء الأوسط من الانبعاج الرئيسى فى شرق أفريقيا قد انهـار حوضـا ضحلا تحتله فى الوقت الحاضر بحيرة فكتوريا الانخفاضية ذات الاعماق الضحلة التى تبلـغ فى المتوسط ٨٠ مترا بينما تقع البحيرة فوق مستوى سطح البحر بأكثـر من ١٢٠٠ متر •

وجدير بالذكر أن البحرات الأخدودية (الصدعية تتميز بالاستطالة وارتفاع جوانبها وعمقها النسبى كما يتضح ذلك من شكل ٢٨ ب •



شكل (٢٨ب)

الفصل الثانى

الظاهرات الجيومورفية الناتجة عن التجوية والانهيالات الأرضية

أولا : الظاهرات الناتجة عن الميكانيكية :

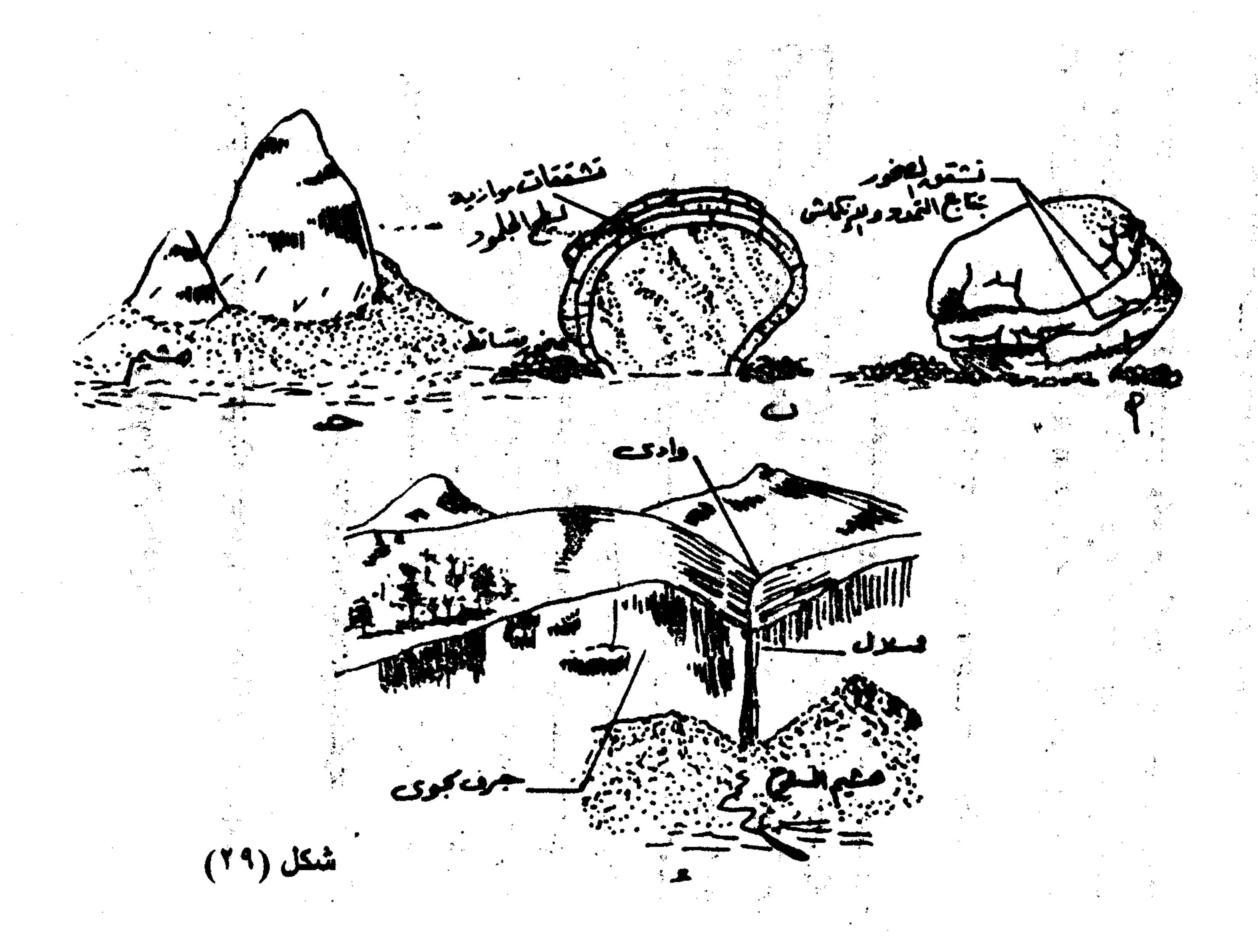
من المعروف أن التجوية Weathering نوعان تجوية ميكانيكية يتفتت فيها الصخر دون حدوث أى تغيير فى خصائصه الأولى أى كل ما حدث له تحوله من حالة متماسكة الى حالة مفككة ، وهناك عدة عوامل تسبب هذا النوع من التجوية تتمثل فى (ا) التغيرات من درجات الحرارة مثلما الحال فى الصحارى المدارية الحارة حيث يسخن السطح العلوى للصخر بمعدل سريع عند تعرضه للشمس فتتمدد الأجزاء السطحية وتتكسر وحينما تنخفض درجة الحرارة ليلا أو شتاءا تنكمش نفس الطبقات وتتعدد بها التشققات Cracks ويطلق على هذا النوع من التجوية ــ الناتج عن تتابع التمدد والانكماش بفعل التغيرات اليومية أو الفصلية للحرارة ــ بالتقشر Exfoliation •

ويتضح من الشكل (٢٩ ا ، ب ، ج ، د) ما يلى :

(ا) يمثل جلمود صخرى Boulder به تقشر صخرى نتج عن تعاقب التمدد expansion والانكماش Contraction ويلاحظ تراكم الفتات الساقط على جانبى الجلمود الصخرى مع استمرار تكسره •

(ب) يبين قطاع فى نفس الجلمود السابق يتضح منه سمك الجزء الذى تعرض للتشقق بفعل تتابع التمدد والانكماش الحرارى •

(ج) يوضح مظهرا لقباب تعرضت للتقشر مع تراكم التكوينات



شكل (٢٩)

المفككة الناتجة عن التجوية عند سفوحها الدنيا وهى مفتتات صخرية حادة الزوايا Angular .

(د) يوضح التجوية الطبيعية (الميكانيكية) وأثرها على سفوح منحدرة ينتج عنها عادة ركام السفوح (هشيم السفوح) Screes متجمع عند تحضيض السفوح .

٢ — تجوية ميكانيكية ناتجة عن الصقيع Frost action :

عندما يتجمد الماء المتسرب فى الشقوق فانه يزداد حجما — نحو ١٠٪ — وبالتالى يضغط على الجوانب والقاع فتزداد الشقوق اتساعا وعمقا .

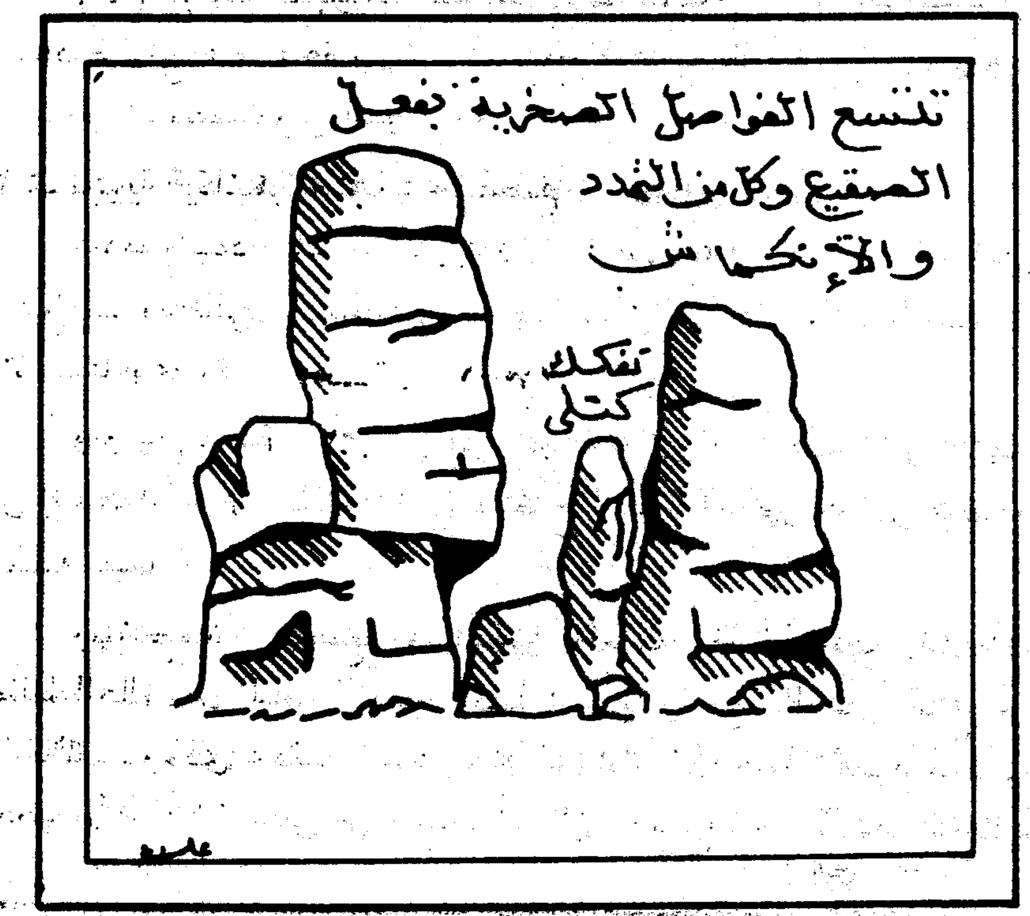
ويوضح شكل (٣٠ ب) المياه متجمعة فى شقوق الصخر وذلك قبل أن تتجمد أما م (شكل ٣٠ أ) فيتضح اتساع الشقوق بعد أن تجمد الماء بها .

ويتضح أثر الصقيع فى المناطق المعتدلة وذلك فى فصل الشتاء مثلما الحال فى المناطق الجبلية وسط آسيا ويتجمع الصخر الناتج عن التفكك — والذى عادة ما يكون حاد الزوايا — فى صورة هشيم صخرى حول الأجزاء السفلى من المنحدرات التى تتضح فيها مكاشف الطبقات out crop .



شكل (٣٠)

ويتضح من شكل (٣١) تكسر الصخور الى كتل مستطيلة الشكل بفعل الصقيع والتغير الحرارى الذى ينتج عنه تعاقب التمدد والانكماش ويطلق على هـذه الظاهرة Block Disintegration أو تفكك الكتل .



شكل (٣١) آثار التجوية الميكانيكية

٢ ـ تجوية بفعل الأحياء النباتية والحيوانية :

حيث تعمل النباتات عن طريق نمو جذورها الإشعاعية والوتدية الى توسيع وتعدد المفاصل الصخرية Joints ونفس الشيء تؤديه العديد من الحيوانات القارضة كالنمل الأبيض والديدان التى تلعب دورا كبيرا فى تفتت التربة بسبب أعدادها الكبيرة (١) راجع شكل (٣٢) .

---

(١) كثيرا ما يعمل الغطاء النباتى على حماية التربة من عمليات الغسيل Leaching بفعل الإمطار واذا ما ازيل الغطاء النباتى تتعرض التربة لعمليات التجوية المختلفة بمعدلات سريعة .

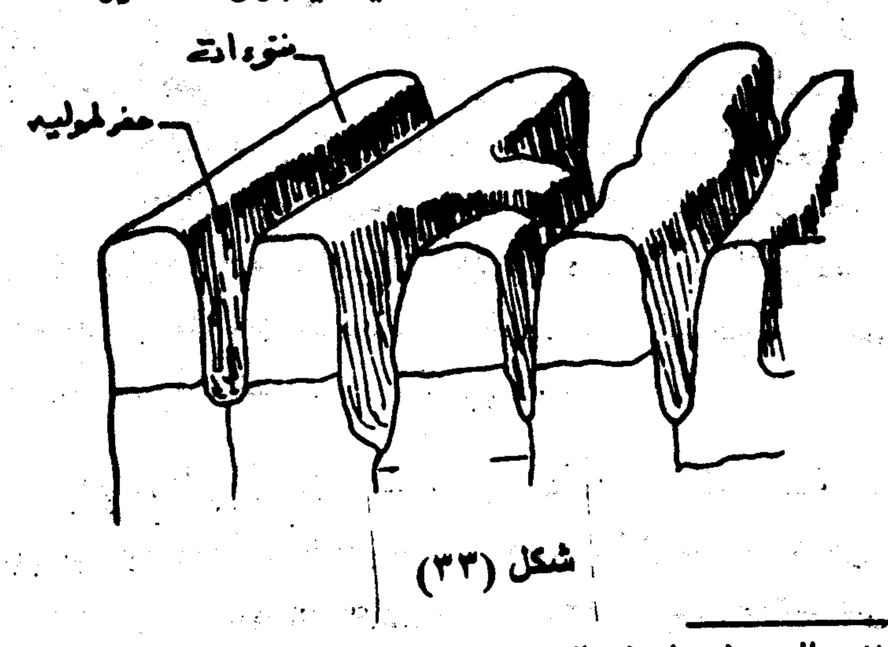


شكل (٣٢)

ثانيا : الظاهرات الناتجة عن التجوية الكيماوية Chemical Weathering

(أ) بفعل الأمطار :

يتحول ماء المطر المتساقط الى محلول حمضي مخفف بسبب اتحـــاده بالاكسوجين والكربون(١) الموجود فى الجو وكثير من المعـــادن المكونة للصخور تتحلل بفعل ماء المطر وتتفكك ، وتنشط التجوية الكيماوية عادة فى صخور الحجر الجيرى limestone حيث يتجوى فى صورة حفـــر



شكل (٣٣)

(١) يطلق على اتحاد الاكسوجين لبعض المعادن المكونة للصخـــور التأكسد Oxidation ومن المعروف أن أكاسيد المعادن اقل مقاومـــة لعمليات التعرية من المعادن ..

Grooves يطلق عليهـا grikes تنفصـل عن بعضها بواسـطة حافات مستوية أو مستديرة تسمى Clints كما يتضح من شكل (٣٣) حيث تدخل ميـاه المطر فى الحجـر الجيرى عبر المفاصل والشـقوق Fissures وعموما تنشط التجوية الكيماوية فى المناطق المدارية الرطبة •

(ب) بفعل النبات والحيوان :

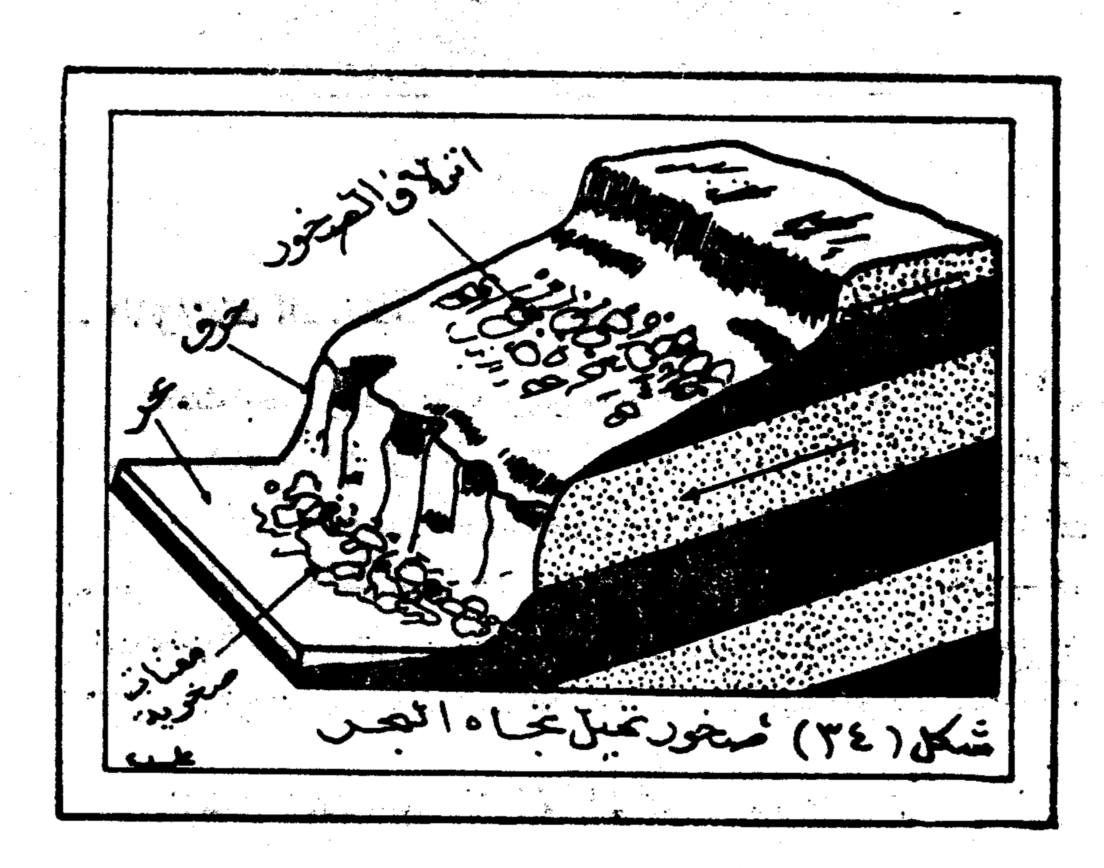
تعمل البكتريا من خلال المـاء على تحلل معـادن معينة فى التربة كما أن كل النباتات تمتص المعادن من التربة وينتج عنها أحماضا عضوية تؤدى الى تحلل المعادن وبالتالى اضعاف وتفتت الصخور •

ثالثا : الظاهرات الناتجة عن تحرك المواد الصخرية Mass movement (الانهيالات الأرضية masswasting)

يقصد بالانهيالات الأرضية تحرك الصخر من أعلى الى أسفل على طول المنحدرات دون مساعدة أي عامل من عوامل التعرية كالأنهار والرياح وغيرهما وتعزى أسباب تحرك المواد الصخرية الى قوى الجاذبية الارضية التى تعد أكثر القوى المسببة لانهيال المنحدرات ويكون ذلك فى صـورة ثقل الجزء المتحرك والمواد التى تعلوه وكلما زاد هـذا الثقل (الوزن) كلما قل احتمال تحقيق اتزان المنحدر ومن الأسباب الأخرى وراء تحرك وانهيال المواد الصخرية الرطوبة الزائدة والتى تتسبب فى تحويل المواد الى مزيج ليس له قوة احتمال ولذلك تحدث معظم الانهيالات الضخمة فى فصول الامطار وما بعدها ، وهناك أيضا طبيعة السفح Slope من حيث درجة انحداره ودرجة تجويته •

والواقع ان هنـاك العديد من التصنيفات الخاصـة بالظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات الانهيال الأرضى أهمها على الاطلاق تصنيف شارب C.F.S., Sharp سـنة ١٩٣٨ والذى يعتمد على أساس اختلاف معدلات سرعة المواد المتحركة من ناحيـة وطبيعة المواد التى تأثرت بهذه الحركة من ناحيـة أخرى •

ويقع تصنيف شارب فى أربع مجموعات ينتج عنها ظاهرات جيومورفية أهمها ما ينتج عن (١) زحف التربة شكل (٣٤ ا) حيث تتحرك المواد الصخرية المفتتة ومواد التربة على جوانب المنحدارت بتأثير الجاذبية الأرضية Gravitation يستدل عليها — رغم تحركها البطىء — من العديد من الظاهرات كميل الأسوار وأعمدة الكهرباء والتليفون وجذوع الأشجار وكلها تميل فى اتجاه زحف التربة عند حضيض السفح كما ينبعج هذا الجزء من السفح وذلك نتيجة لتراكم المواد الصخرية المفككة .



شكل (٣٤) صخور تميل تجاه البحر

(ب) التحرك السريع للمواد الصخرية : ويرتبط بصورة كبيرة بتشبع المواد الصخرية بالمياه بمعدل كبير حيث تعمل الاخيرة على تشحيمها وتدفقها بصورة سريعة فى شكل طبقات سميكة من المواد المتحللة والتى عادة ما تحدث فى مناطق عارية من الغطاءات النباتية مثل التدفقات الطينية mudflows التى حدثت فى مرتفعات سان جوان بولاية كلورادو الأمريكية والتى سبقها تساقط صخور لابية مجواة ومشبعة بالمياه

وقد تدفقت المواد الطينية الى أسفل لمسافة عشرة كيلومترات من ارتفاع ثمانمائة متر على سطح درجة انحدارة خمس درجات[1] •

وهنـــاك أيضا انهيار الفتات الصـــخرى الذى يشيع فى المناطق الرطبة فوق المناطق شديدة الانحدار شكل (٣٤ ب) •



شكل (٣٥)

— الانزلاقات الصخرية Land Slides :

تحدث بصـــورة فجائية وسريعة وتتميز المواد المنزلقة بأنها أقل تشبعا بالمياه من تلك المواد التى تنساب فى صورة تدفق ترابى أو طينى وعادة ما يطلق لفظ Landslide على أى تحرك سفلى للصـــخور على جوانب التحدر تحت تأثير الجاذبية ، ويوجد العديد من الجيولوجيـــين والمهندسين اللذين يعتبرون أن تدفق التربة earth flows يعتبر نوع من الانزلاقات الأرضية وربما يقصدون به انزلاق سريع للمواد الصخرية •

والشكلين الأساسيين للانزلاق الأرضى عبارة عن :

(ا) انزلاق صخرى Rockslide (ب) انزلاق ثانوى Slump block

والأول عبارة عن انزلاق لكتل صخرية على سطح صخرى منحدر مثلما الحال فى شكل (٣٥ ا ، ب) وعادة ما يكون سطح الانزلاق Plane

---

(١) جودة حسنين جودة ، معالم سطح الارض ، الطبعة الخامسة ، الاسكندرية ، ١٩٧٩ ، ص ٢٨٧ •

سطح صدعى Fault plane أو سطح فاصل plan of slippage plane
Joint أو يكون سطح طبقية Bedding Plane •

وقد يكون هـذا الانزلاق لكتل صخرية كبيرة الحجم أو لمفتتات صخرية Debris slide كما قد تتساقط هـذه الكتل والمفتتات الصخرية وعادة ما يحـدث ذلك على جوانب الأنهـار التى استطاعت أن تنحت نحتا سفليا Under Cutting •

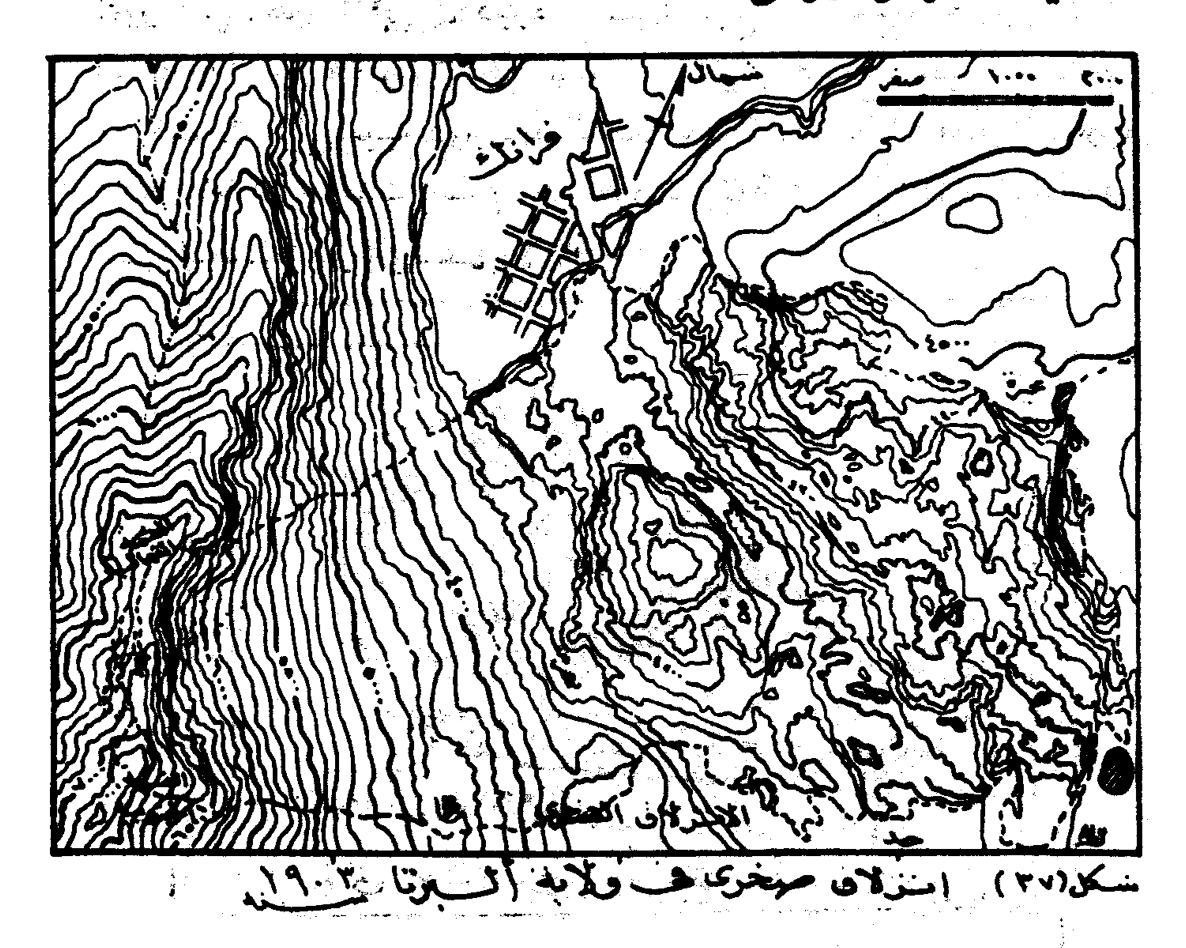
(ب) الانزلاق الثانوى Slump :

وينتج عن تدحرج كتلة من الصخر الصلب الى أسفل فوق سطح منحنى Curved Slip Surface كما هو الحال فى شكل (٣٥ ب) حيث تدور على محور أفقى فى دورة خلفية ليصبح السـطح العلوى للكتلة الصخرية المنزلقة مائلا تجاه الجرف المتبقى وعادة ما تبقى قريبة من موقعها الأصلى بسبب دورتها الخلفية وعادة ما تحدث هـذه الظاهرة عندما تتعاقب تكوينات صلبة مع تكوينات لينة كما ينتج عنها سلسلة من المدرجات كما يظهر من شكل (٣٦) •



شكل (٣٦)

ويتضح من شكل (٣٧) المنطقة التى تعرضت لانزلاق أرضى قرب بلدة فرانك البرتا بكندا وذلك فى ٢٩ ابريل سنة ١٩٠٣ وأدى الى اكتساح جزء منها ومقتل ٧٣ شخصا وقد ترك الفتات الصخرى لمسافة ٢٥٠٠ قدم حتى نهر كراوزنست Crow's nest وتراكم الى الشرق من النهر بارتفاع أكثر من ٤٠٠ قدم كما يتضح من الخريطة الكنتورية للمنطقة حدود الجزء الذى تعرض للانزلاق الصخرى وذلك بخطوط متقطعة لاحظ من الخريطة تصغير الفاصل الاكنتورى من ١٠٠ قدم فى غرب النهر الى ٢٠ قدم فقط الى الشرق منه وذلك لتوضيح التفاصيل الطوبوغرافية • كما توضح الخطوط المتقطعة فوق القمم الجبلية فى الجنوب الغربى من الخريطة مواضع التشقوق Fissures فى صخور الحجر الجيرى والتى ساعدت على عمليات الانزلاق الأرضى •



شكل (٣٧) انزلاق صخرى فى ولاية ألبرتا سنة ١٩٠٣

الفصل الثالث

الظاهرات الجيومورفية الناتجة عن المياه الجوفية :

عندما يسقط ماء المطر بعضه يجرى على السطح فى صورة أنهار وبعضه يتبخر بصورة مباشرة أو بطريقة غير مباشرة عن طريق النبات والبعض يتسرب فى الصخور السطحية •

والواقع أن كمية المياه الجارية تعتمد على طبيعة الصخور السطحية ، انحدار الأرض وظروف المناخ فتكون أكبر حجما فى المناطق شـديدة الانحدار عنها فى المناطق الأقل انحدارا ويزداد التبخر فى ظروف المناخ الجاف بينما يقل فى الأقاليم الرطبة كما أن المـاء يتسرب فى التكوينات المفككة كالرمال بمعدل أكبر بكثير من درجة التسرب فى الصخور المتماسكة كالجرانيت •

ويدخل المـاء فى الصخر اذا كان مساميا Porous كالحجر الرملى Sandstone أو منفذا Pervious — فى حالة ما اذ كثرت به المفاصل والشقوق Cracks مثل الجرانيت — ويطلق على الصخور التى تسمح بمرور المـاء خلالها بالصخور المنفذة Permeable وأذا لم تكن تسمح بمرور المـاء خلالها فيطلق طليهـا صخور غير منفذة impermeable مثل الصلصال وهو صخر مسامى يمكن للماء أن يدخله ولكن لا يستطيع أن يمر خلاله •

ويظل المـاء فى رحلته عبر الصخور متجها الى أسفل حتى يصل الى طبقة من الصخور غير المنفذة فيستقر ويتوقف عن الحركة •

يوجد للماء الباطنى ثلاث طبقـات تحت الســطح هى من أسفل الى أعلى .

(ا) طبقة دائمة التشبع بالمياه حيث يظل مسام الصخر Pores ممتلئا بصورة مستمرة بالمــاء .

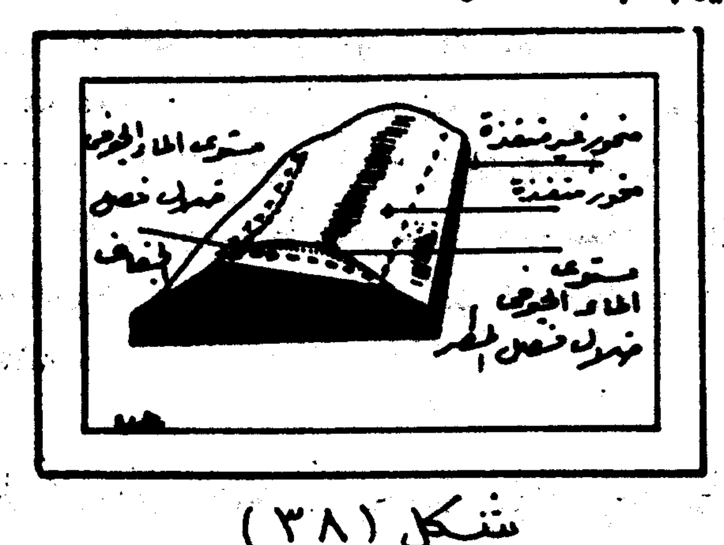
(ب) طبقة متقطعة فى تشبعها بالماء حيث يمتلىء المسام بالمــاء بعد فترات ســقوط الأمطار الغزيرة والآبار التى تصل اليها تكون فصــلية .

(جـ) طبقة عدم التشبع وتقع قريبة جدا من السطح حيث يتسرب من خلالها المــاء ولكنه لا يستقر بها .

أولا : العيون الطبيعية Springs :

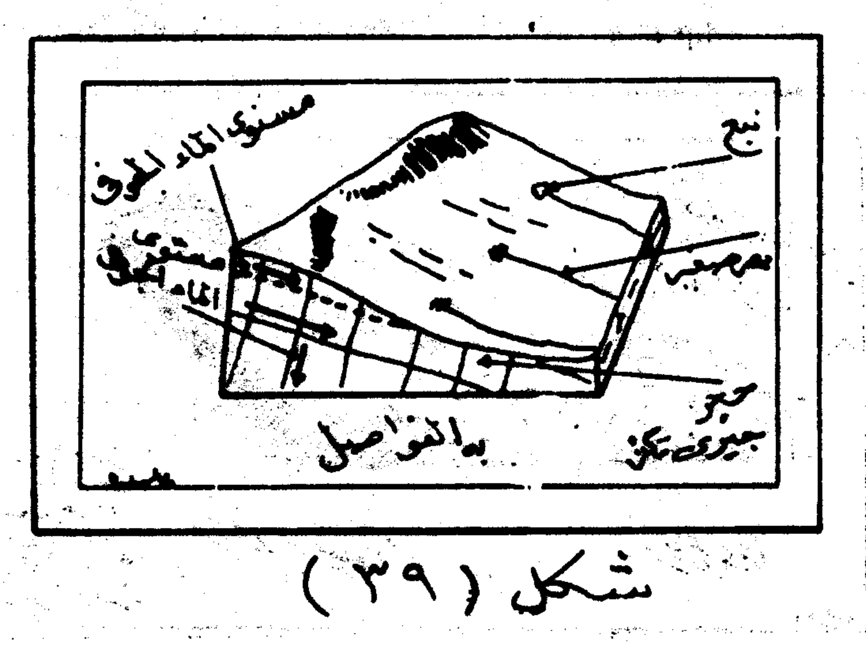
عندما تنساب المياه بصورة طبيعية الى الســطح تسمى عين أو نبع وتوجد العديد من أنواع العيون كما توضحها الأشكال التالية :

١ ـــ شكل (٣٨) يظهر من وقوع طبقة من الصخور المنفذة فوق صخور غير منفذة ويتضح فيه مستوى سطح المــاء الباطنى أثناء فصل الجفاف وكذلك أثناء الفصل المطير حيث يظهر خطان للينابيع عندما تقابل وصلات Junctions الطبقة الحاوية للمياه السطح ويلاحظ أن احدهما خط مؤقت يرتبط بفصل المطر .



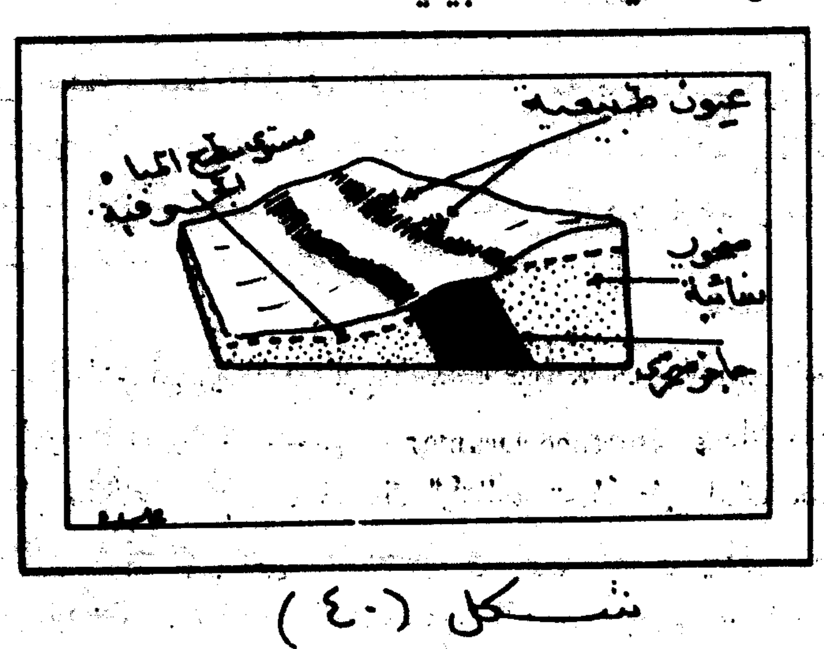
شكل (٣٨)

٢ ـ عيون المفاصل الصخرية حيث تظهر الينابيع فى المناطق التى تكثر فيها المفاصل التى تسمح بانبثاق المياه وذلك عندما يتقاطع مستوى المـاء Water table مع السطح شكل (٣٩) •



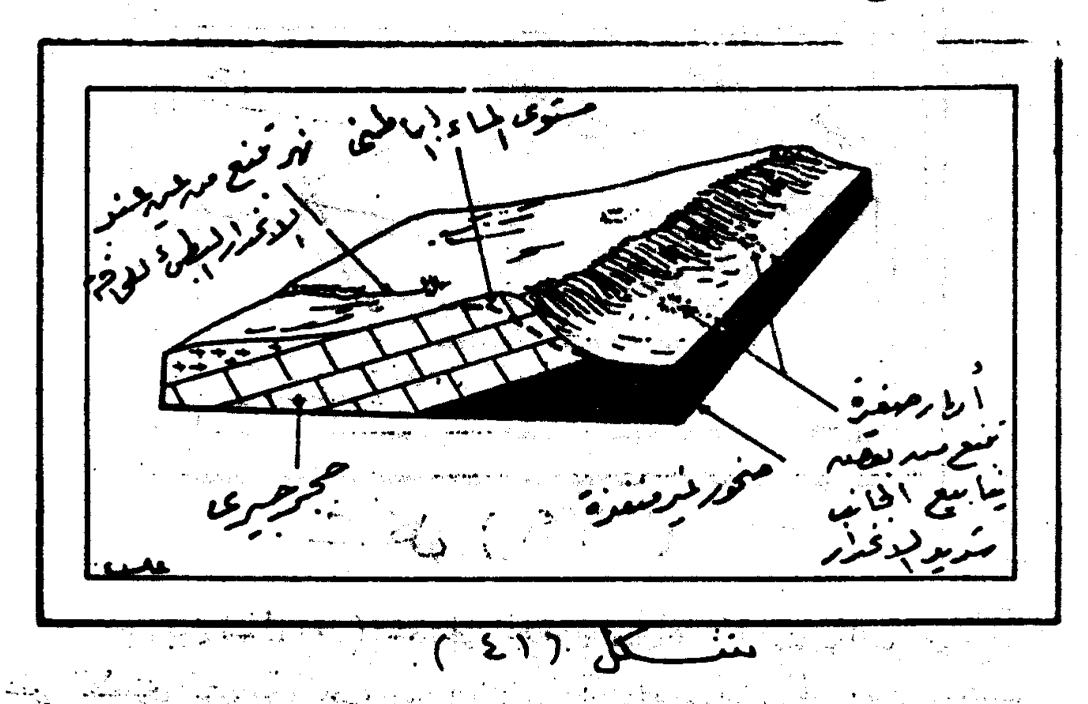
شكل (٣٩)

٣ ـ بين شكل (٤٠) احتجاز المياه بسبب امتداد سد رأسى Dyke عبر الطبقة الحاوية للمياه حيث تحتجز أمامه ويؤدى الى رفعها نحـو الجانب العلوى له up slope side ويكون بمثابة سد باطنى يكون خزانا جوفيا تتدفق منه المياه تدفقا طبيعيا •



شكل (٤٠)

٤ — تظهر العيون أيضـا فوق حافات الطباشير والحجر الجيرى حينما ترتكز تلك التكوينات الأخيرة فوق صخور غير منفذة للمياه شكل (٤١) حيث تظهر الينابيع أما عند أقدام الحافة الصخرية أو على طول امتداد السفح الذى تميل فى اتجاهه الطبقات dip slope .



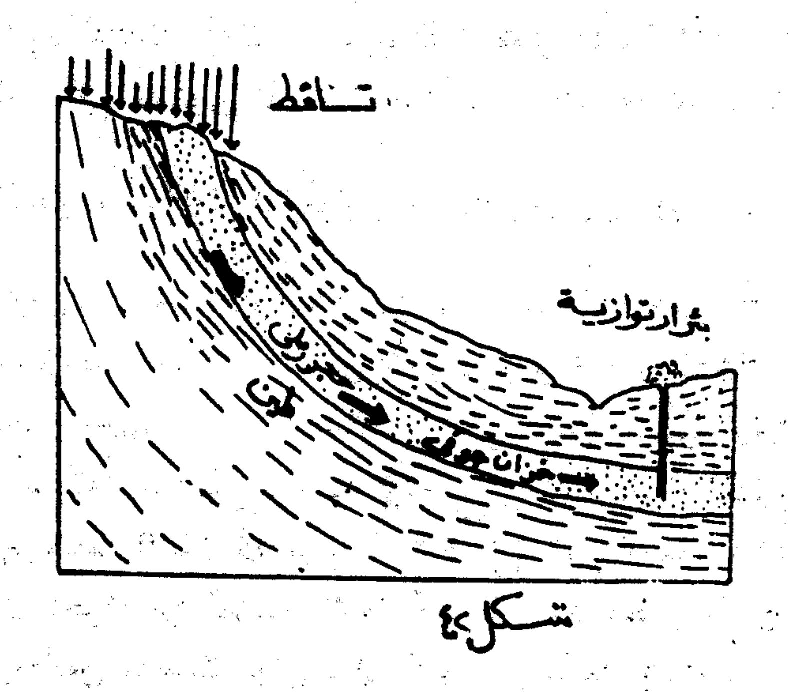
شكل (٤١)

ونظرا لأنه نادرا ما يكون هناك جريان سطحى فى الحجر الجيرى أو الطباشيرى فان مراكز العمران قرب هـذه العيون .

٥ — عندما يسقط المطر فى المناطق المكشوفة من الصـخور المنفذة للمياه فتتشربه تلك الصخور ويتحرك خلالها ببطء متمشيا مع الانحدار البطىء لهـذه الطبقات وفى نهـاية الأمر يخرج فى صورة عيون أو آبارا ارتوازية كما يوضحه شكل (٤٢) .

٦ — والواقع ان الأقاليم التى تنكشف فيها صخور الحجر الجيرى نادرا ما يظهر بها تصريف سطحى Surface Drainage ولذلك فان كلا من ماء المطر والأنهار التى تدخل تلك الأقاليم تعمل على اذابة صخور الجـير ويكبر حجـم بعض المفاصـل وتتكون حفـر يطلق عليهـا Swallow holes ، وعندما تكون صخور الحجر الجيرى مرتكزة فوق

صخور غير منفذة للمياه فان المـــاء سيظهر على السطح مرة أخرى اذا ما انكشفت الطبقتين وتقابلتا مع السطح وقد يظهر المـــاء فى صورة أنهار صـــغيرة أو عيون وقد تمتـــد تلك الأنهـــار وتصبح أنهـــارا جوفية underground rivers داخل الحجر الجيرى مكونة مغارات ضخمة كما فى شكل (٤٣) ٠



شكل ٤٤



شكل (٤٣)

ثانيا : الآبار Wells :

يقصد بالبئر فتحة غائرة فى الأرض تصل حتى مستوى الماء الباطنى حيث تنشع المياه من الصخور نحو البئر واذ وصل عمق البئر أسفل مستوى الماء الجوفى فيظل ممتلئا بالمياه بصورة دائمة بينما الآبار التى تصل حتى مستوى الماء الجوفى غالبا ما تجف فى فترات عدم سقوط الأمطار وذلك عندما يهبط مستوى الماء الباطنى ، واذا لم تصل البئر الى مستوى الماء الباطنى فانها عادة ما تكون جافة .

ثالثا : الاحواض والآبار الارتوازية A,rtesian Basins and Wells (١) :

يتكون الحوض الارتوازى من طبقة من الصخور المنفذة للمياه تنحصر بين طبقتين غير منفذتين تبدو جيومورفيا فى شكل مقعر ضحل Shallow syncline مما يساعد على تكون حوض ارتوازى حيث تتشبع الطبقة الوسطى بالماء وتصبح بمثابة خزان مائى جوفى Aquifod مثلما الحال فى غرب استراليا(١) وفى الصحراء الغربية فى مصر وفى أجزاء من أمريكا الشمالية حيث يمتد مجموعة من الأحواض الارتوازية من ساسكتشوان حتى كانساس تتميز باتساعها .

ويوضح شكل (٤٤) رسم مبسط يبين جزءا من حوض ارتوازى بالصحراء الكبرى يظهر فيه الخزان الجوفى منثنيا الى أعلى تجاه سطح الأرض وقد عملت التعرية الهوائية على كشف أجزاء منه فى بعض المواضع حيث تظهر برك مائية تسمى الواحات Oases ولو كان الخزان الجوفى قريبا من السطح فانه يكون من الممكن حفر الآبار التى تصعد المياه من خلالها بقوة اندفاع طبيعية .

---

(١) كلمة ارتوازى مشتقة من اسم مقاطعة ارتواز Artois بفرنسا حيث حفرت أول بئر من هذا النوع فى القرن الثانى عشر .

(١) يبلغ عددها ستة احواض تستمد مياهها من طبقة من الصخور الرملية الجوراسية .



شكل (٤٤)

ويبرز من الشكل السابق بعض الملامح الناتجة عن النحت والارساب مثل السطوح النحاتية من صخور الحجر الجيرى ــ تشبه فى ذلك التلال المنعزلة بمنخفض الواحات البحرية بمصر ــ والأودية والكثبان الرملية كما يظهر من الشكل أيضا الجزء المكشوف من الخزان الجوفى الذى يستقبل المطر ويطلق عليه منطقة تصيد الأمطار **Catchementarea**

كما يوضح الشكل (٤٢) بئرا ارتوازية تصل الى الخزان الجوفى المتمثل فى صخور الحجر الرملى التى تبدو كطبقة محصورة بين طبقتين من الطين **Shale** حيث يبدو ضغط المــاء كافيا لتدفقها خــلال البئر وحينئذ يسمى ءابيا بئرا ارتوازية .

رابعا : العلاقة بين الماء المالح والماء العذب فى الطبقات تحت السطحية :

تظهر هذه الحالة فى المناطق الساحلية مثل سواحل مصر الشمالية ــ غربى اسكندرية حتى السلوم ــ وسواحل هولندا وغيرها حيث تتسرب مياه الامطار التى تغزر فى فصل الشتاء فى مسام الصخور الجيرية لتكون طبقة من المياه العذبة تطفو فوق مياه البحر المالحة التى تتسرب من البحر

داخل مسام الصخر ، وتختلف سمك طبقة المياه العذبة تبعا للا[illegible] الطوبوغرافي حيث انه في المناطق المرتفعة يزيد سمك هذه الطبقة عنه في المناطق المنخفضة حيث تزداد ارتفاعا عن سطح البحر كلما ارتفع منسوب الاراضي الساحلية ، ولذلك نجد الرومان لم يحفروا آبارهم في بطون الاودية ولكنهم حفروها على منحدرات التلال في صورة خنادق طويلة تحتية — فوجارات — تصل قيعانها الى ما دون مستوى الماء الباطني العذب حيث تتجمع فيها مياه هذه الخنادق في بئر واحدة كبيرة وترفع بواسطة الات الرفع . وما زالت الآبار الرومانية منتشرة حتى الوقت الحاضر على طول الساحل الشمالي غربي الاسكندرية .

وعموما في نطاق الكثبان الساحلية يتراكم ماء المطر المتسرب مكونا طبقة رقيقة من الماء العذب جاثمة فوق ماء البحر المالح المتسرب ولذا يستدق بآبار ضحلة أو بطلمبات خفيفة والا ضخت ماء البحر المالح نفسه وتعرف هذه الآبار الضحلة قرب الساحل بالمعاطن أما بالاتجاه جنوبا فالآبار أعمق وتعرف بالسواني(١) مثل سواني سمالوس بين العلمين وسيدي عبد الرحمن وسانية القصبة شرق مطروح .

خامسا الملامح المورفولوجية للتصريف المائي بمناطق الصخور الجيرية :

الواقع أن الحجر الجيري يتكون أساسا من كربونات الكالسيوم وهي غير قابلة للذوبان insoluble ولكن اكسيد الكربون الذي يمتصه ماء المطر من الجو يؤدي الى تحويل الكربونات الى بيكربونات قابلة للذوبان وهكذا تعمل مياه الامطار والانهار على مساعدة الحجر الجيري في الذوبان .

والمعروف أن الحجر الجيري تكثر به المفاصل وسطوح الطبقية والشقوق والتي تتسع كثيرا وبصورة سريعة بفعل الذوبان وتتسع المفاصل لتكون فتحات رأسية يطلق عليها Swallow holes

---

(١) جمال حمدان ، شخصية مصر ودراسة في عبقرية المكان ، الجزء الاول شخصية مصر الطبيعية : القاهرة ١٩٨٠ ، ص ٤٢٦ .

ذكرنا وتختفى الانهار السطحية فى التكوينات الجيرية ، وعندما تختفى الانهار أو أجزاء منها تحت الارض تؤدى الى توسيع المفاصل وسطوح الطبقية بالاذابة والنحت وتؤدى الى تكوين كهوف باطنية بعضها ضخم فى حجمه على سبيل المثال كهف كارلسباد فى ينو مكسيكو والذى يبلغ طوله ٤٠٠٠ قدم وعرضه ٦٠٠ قدم بينما ارتفاعه نحو نصف عرضه ، كما تتكون فى هذه الكهوف ظاهرتى الصواعد Stalag mites والنوازل Stalactites وأحيانا ما تتصل ببعضها لتكون أعمدة طبيعية كما يتضح من شكل (٤٥)



شكل (٤٥) منظر داخلى فى كهف بصخور جيرية

حيث تتشابك عمودان ويتكون عمود واحد سميك يسمى بالعمود الجيرى Travertine Pellar كما توجد أعمدة تنمو فى وضع أفقى أو فى وضع مائل على هيئة خطوط مائلة تسمى بالهاليستايت Halictite .

وجدير بالذكر أن الانهار الباطنية تقو بنفس الدور الذى تقــوم به الانهار السطحية من نحت كيماوى ونحت ميكانيكى . وقد قـــال بهذا العديد من الجيومورفولوجيين أمثال لاباران ولوبك lobeck

وتوجد العديد من الدلائل التى توضح هذا الرأى مثل ظهور بعض تكوينات الصلصال والحصى والطين فى قيعان المجارى المائيــة الجوفية كما توجد ظاهرة الحفر الوعائية pot holes فى قيعان الكهــوف

والمغارات (١) والانهار التى تختفى فى الباطن عند دخولها اقليم يكون من صخور الحجر الجيرى تعود فتظهر على السطح مرة اخرى عندما تتقابل وصلات Junctions الحجر الجيرى والطبقة غير المنفذة للماء بالسطح الخارجى •

ومن أهم المناطق التى تأثرت بالمياه الجوفية وهى عادة من مناطق صخور الحجر الجيرى اقليم كارست فى يوغسلافيا وهو اقليم متسع ممتد فى محاذاة البحر الادرياتى فى معظم ساحل دالماشيا كما يضم أجزاءا من شمال شرق ايطاليا • ويظهر به العديد من الملامح المورفولوجية المميزة والتى ترتبط فى معظمها بعمليات الاذابة والاحلال التى نتجت عن المياه الباطنية — حيث تنشط الاذابة فى الحجر الجيرى — وأصبحت كلمة كارست تطلق على كل الظاهرات الجيومورفية المماثلة فى مناطق التكوينات الجيرية فى كثير من أجزاء العالم المختلفة مثل الجزء الجنوبى الشرقى من هضبة فرنسا الوسطى ، هضبة كنتكى بالولايات المتحدة ، شبه جزيرة يوكاتان فى المكسيك ، شبه جزيرة فلوريدا ، ومنطقة بنين فى انجلترا وغيرها •

وفيما يلى توضيحا لاهم الظاهرات الجيورمورفية بأقاليم الكارست فى العالم كما تظهر من الاشكال والرسوم التوضيحية •

(١) ظاهرة الحفر العميقة (القشمات) Sinkholes

عادة ما تظهر فى المناطق الجيرية الرطبة وان اختلفت فى مساحاتها وأعماقها واشكالها من منطقة الى أخرى وتعد من أكثر الظاهرات الجيومورفولوجية وضوحا فى مناطق الكارست ، وهى فى الواقع عبارة عن منخفضات سطحية فى الحجر الجيرى فى اقليم كهفى Cavernous والكثير من هذه القشمات يمتلىء بالرواسب القادمة من جوانب التلال القريبة وبعضها ذو جوانب شديدة الانحدار يتميز بالعمق وعادة ما تتخير مناطق معينة مثل تقاطع المفاصل الصخرية حيث تجولها عملية

---

(١) محمد صفى الدين ابو العز ، قشرة الارض ، القاهرة ١٩٧٠ ، ص ٢٦٠ •

الاذابة تدريجيا الى حفر ويتوقف شكلها على الخصائص البنائية الثانوية لصـــخور المنطقة .

وتنقسم الحفر العميقة (القشيمات) الى نوعين النوع الأول ويعرف باسم حفر الاذابة Solution sinkholes حيث تنتج عن عملية اذابة تدريجية للصـــخور السطحية تأخذ صـــورة قمعية[1] مطلق عليها أسماءا محلية مثل Sinkhole , Swallow hole , Swallet ودوليناس Dolinas . أما النوع الثانى فيعرف بحفر الانهيار Sinkholes Cavernous حيث تقوض التكوينات التحتية بفعل الاذابة فتنهار الصخور السطحية المكونة من الحجر الجيرى (شكل ٤٦) وقد تتصل هـــذه الحفر ببعضها وتتكون بالوعات مركبة[1] كما قد ينتج عن الهبوط أحواض طولية ذات جوانب شـــديدة الانحدار فى صورة جروف يطلق عليهـــا فى ســـاحل والماشيا فى يوغسلافيا اسم بولج Polje ويوضح شكل (٤٧) المظهر العـــام لسهل الكارست بفلوريدا لاحظ كثرة الحفر العميقة والبحيرات وعدم وجود أنهار سطحية راجع شكل (٤٦) لتلاحظ انهيار متسع فى سقف أحـــد الكهوف يكشف عن مجرى مائى ينساب فوق تكوينات طينية يمكن زراعتها[2] .

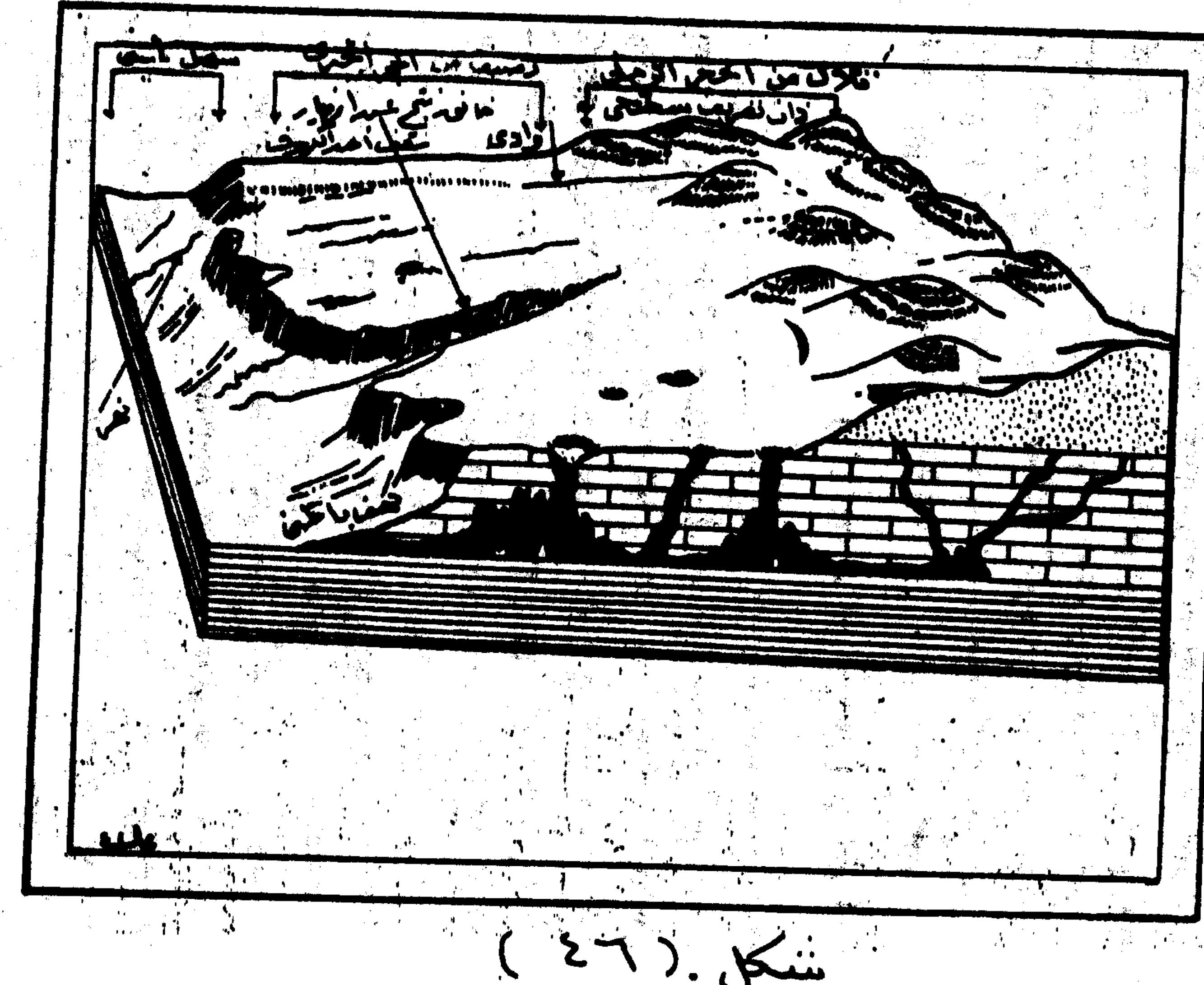
(ب) البوجاز (السطح الجيرى المشرشر) Bogaz

تظهر هـــذه الملامح المورفولوجية فى المناطق الجيرية التى تخلو من أى غطاء نباتى وتتميز بتضرسها حيث تتسرب مياه المطر فى الشقوق فتزيدها اتساعا بشـــكل متتابع ليتحـــول المظهر الجيومورفولوجى الى ســـطوح منفصلة ومشرشرة ومن العوامل التى تســـاعد على نشأتها أيضا عدم انتظام السطح وكثرة المفاصل ونفاذية الصخر ومن أكثر المناطق التى تظهر بها ظاهرة البوجاز منطقة الحجر الجيرى الكربونى فى يوركشير

---

(١) جودة حسنين جودة ، مرجع سبق ذكره ، ص ٤٥٣ .

(١) حسن سيد أبو العنين ، اصول الجيومورفولوجيا ، الطبعة الثالثة الاسكندرية ١٩٦٦ ، ص ٤٩٩ .



شكل (٤٦)



شكل (٤٧)

وفى منطقة الكارست اليوغسلافية وتتعدد المسميات المحلية لهذا المظهر الجيومورفولوجى مثل Clints فى انجلترا و Lapies فى فرنسا وكارين karren فى المسانيا •

وتوجد ظاهرات جيومورفية عديدة ترتبط بمناطق الكارست فى العالم ولكنها مختفية مثل الكهوف التى تعد فى الواقع ممرات طبيعية توجد تحت سطح الأرض مقتضية أثر المفاصل والشقوق الصخرية والاخيرة تحدد أنماط الكهوف والاشكال المختلفة لها وتتكون خلال هذه الكهوف ما يعرف بالنوازل والصواعد والتى تنتج عن تسرب مياه جيرية ترتفع بها نسبة الأملاح الجيرية المذابة والنوازل تترسب عند سقف الكهف وتمتد نحو القاع والصواعد تترسب فى القاع وتنمو الى أعلى راجع (شكل ٤٥) بالاضافة الى الأودية العمياء Blind Valleys التى أشير اليها •

الفصل الرابع

الظاهرات الجيومورفية

الناتجة عن التعرية النهرية Fluvial Erosion

مقـــــدمة :

تعد الأنهار أهم عوامل التعرية التى تشـــكل سطح الأرض بمـــا تقوم به من نحت ونقل وارساب ينطبق هـــذا على الأنهار الدائمـــة الجريان والأنهار وكذلك على ما تقوم به الســـيول من تشكيل ســـطح الأرض فى المناطق الصحراوية وذلك عنـــدما تستقبل مجاريها الأمطار الفجائية الغزيرة التى تعد من السمات الرئيسية للمناخ الصحراوى •

اولا ــ كيفية قيام النهر بعمليات النحت والنقل والارساب :

يتكون العمل الجيولوجى للأنهار من ثلاثة أنشـــطة ترتبط ببعضها ارتباطا تاما تتمثل فى النحت والنقل والارساب ويطلق على الرواسب التى يحملها النهر بالحمولة Load وهى ناتجة عن عمليات التجوية التى سبقت النحت النهرى •

١ ــ النحت النهرى :

ينحت النهر مجراه بطرق مختلفة معتمدا أساسا على (أ) طبيعة المواد الصخرية فى مجراه وعلى قوة ضغط المياه على قاع وجوانب المجرى المائى بما تحمله من مفتتات صخرية تعتبر معاول هدم قوية ويطلق على هـــذه العملية Corrasion •

(ب) تفتت الحمولة النهرية كنتيجة لاحتكاكها ببعضها أثناء نقلها وبصورة متوالية على طول امتداد جريان النهر بالاضافة الى احتكاكها بالقاع والجوانب وتسمى هـــذه العملية بالـــ Attrition أو الطحن

(جـ) تؤدى مياه النهر الى اذابة مواد معينة قابلة للذوبان مثل الحجر الجيرى ويعتبر نهر شانون Shannon فى أيرلندا نموذجا لنهر ساعدت عملية النحت الكيماوى Corrosion فى تكوين مجراه ولهـذا كانت الأنهار التى تجرى فى مناطق ذات صخور خيرية أقدر على تكوين أودية عميقة من نظائرها فى مناطق الصخور النارية وصخور الحجر الرملى (شكل ٤٨ ا ، ب) .



شكل (٤٨)

٢ — النقـل Transport :

يحمل النهر المواد المفتته بفعل التجوية أو التى نقلتها اليه روافدة وأ تلك التى نحتتها مياهه من الجوانب والقاع وذلك فى ثلاثة صور :

(أ) عن طريق التعلق Suspension : تنقل الأنهـار جزءا كبيرا من حمولتها عن طريق التعلق وعادة ما تكون فى صـورة مواد ناعمـة كالصلصال والسـلت وذلك خـلال الدوامات الناتجـة من النهـر Turbulent eddies وتزداد المـواد العالقة بأى نهر عندما تكثر

الرواسب الدقيقة الناعمة فى الأجزاء العليا منها مثال ذلك نهر صغير يسمى تشنجهو ينقل كميات ضخمة من رواسب اللويس الناعمة الى نهر هوانتجهو تقدر بنحو ملايين الاطنان سنويا .

(ب) عن طريق الجر Traction حيث يتحرك الرمل والحصى والزلط كحمولة قاع Stream bed Load قريبة من قاع النهر ويزداد تحرك هذه المواد الخشنة أثناء الفيضانات حيث تزداد كفاءة النهر وطاقته على الحمل وتتحرك هذه المواد بواسطة الدحرجة Rolling أو الانزلاق بفعل دفع المياه أو بقوة الجاذبية أما الكتل الصخرية كبيرة الحجم فلا تستطيع مياه النهر دفعها الا أثناء الفيضان وكثيراً ما تظهر هذه الكتل على القاع ثانية خلال فترات الفيضان .

(جـ) عن طريق الاذابة Solution

ينقل جزء كبير من حمولة النهر بفعل الاذابة فى مياهه خاصة اذا كان النهر يجرى فى صخور قابلة للذوبان فى الماء مثل الحجر الجيرى ويقدر ما يحمله نهر المسيسبى سنويا من المواد المذابة نحو ١٢٦ مليون طن بينما ينقل عن طريق التعلق ٣٤٠ مليون طن و ٤٠٠ مليون طن عن طريق الجر أو السحب [1] ضمن حمولة القاع .

ويلاحظ أن حجم حمولة النهر تتوقف على كمية مياهه وعلى سرعتها ودرجة انحدار المجرى فكلما زادت كمية المياه بالمجرى زادت سرعة الجريان وبالتالى كبر حجم الحمولة المنقولة .

٣ — الارساب Deposition :

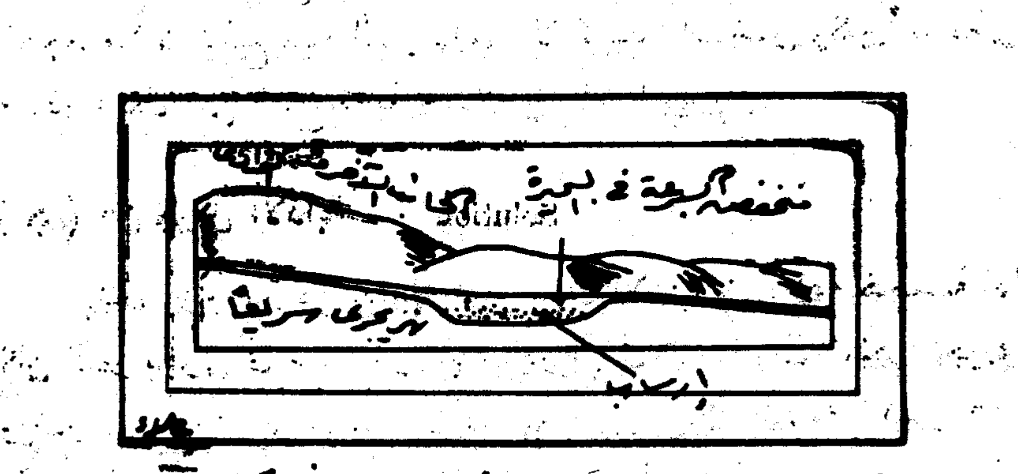
يرسب النهر حمولته عندما تنقص كمية مياهه وتقل سرعته Velocity .

---

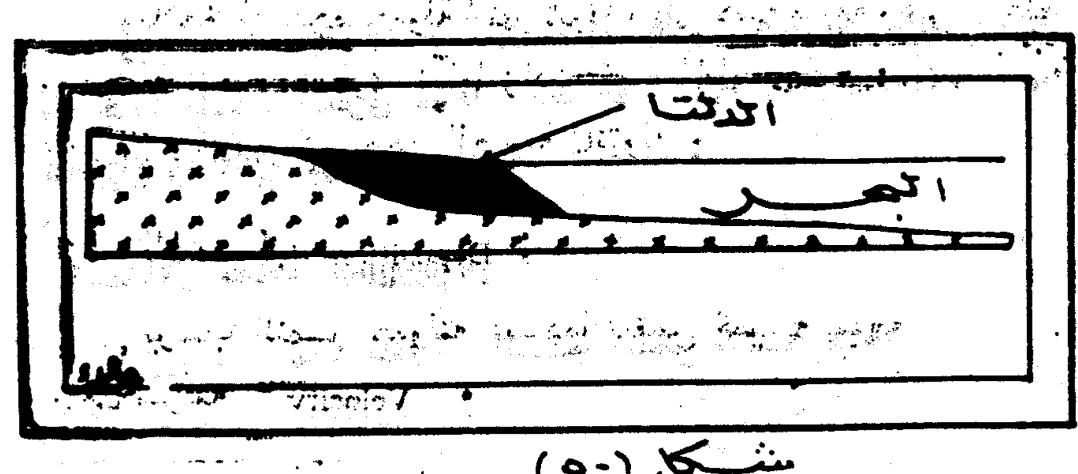
(١) جودة حسنين جودة ، المرجع السابق ص ٢٩٨ .

أما عن كمية مياه النهر فتقل عندما يدخل النهر اقليما جافا فتقل روافده أو تنعدم كما هو الحال في نهر النيـــل شمال التقائه بنهر عطبره كمـا يزداد معدل التبخر وكذلك عندما يعبر منطقــة تتميز صخورها بالمسامية مثل الصخور الرملية أو تكثر بها الشقوق والمفاصل كالصخور الجيرية •

أما بالنسبة للسرعة فتقل عندما يدخل النهر لبحيرة (شكل ٤٩) أو عندما يقترب من البحر حيث تتكون دلتـا نهرية (شكل ٥٠) أو عندما يمر النهر بسهل ذو انحدار بطيء •



شكل (٤٩) قطاع على طول مجرى نهري



شكل (٥٠)

ثانيا : الظاهرات الجيومورفولوجية فى مراحل التعرية النهرية الثلاث :

١ ـ الظاهرات الجيومورفولوجية فى مرحلة الشباب Youth Stage

يتميز النهر فى هذه المرحلة بعنفه ويسود النحت الرأسى بفعل ضغط المياه والحفر الوعائى حيث يجرى النهر بسرعة شديدة فى وادى ضيق ذو جوانب شديدة الانحدار Steep Sided Valley وتكثر فيه الجنادل والعقبات وغيرها .

وأهم مظاهر الشباب ما يلى :

(أ) يأخذ الوادى شكل حرف V يتميز بعمقه وضيقه حيث تنحدر الجوانب بشدة نحو القاع ويبدو فى صورة خانقية Gorge like (شكل ٥١) وإن دل هذا على شئ فانما يدل على تفوق عملية النحت الرأسى Vertical erosion على النحت الجانبى Lateral erosion فى هذه المرحلة ـ عادة ما تظهر هذه الصورة فى الأجزاء العليا من



شكل (٥١) الوادى فى شكل حرف V مع مستويات صخرية

الأنهار — وتنشأ الخوانق عادة فى الصخور النارية والمتحولة التى تتميز بصلابتها ومقاومتها الكبيرة لعمليات التعرية المائية وأهم الخوانق فى نهر النيـــل الأدنى فى مصر خانق كلابشه الى الجنوب من مدينة أسوان بنحو ستين كيلومتر حيث يضيق الوادى لتطل الجوانب النارية مباشرة على النهر ويبلغ عرض الوادى هنا — حيث ينطبق عرضه على عرض النهر نفسه — نحو ٢٠٠ متر فقط ويختفى تماما السهل الفيضى •

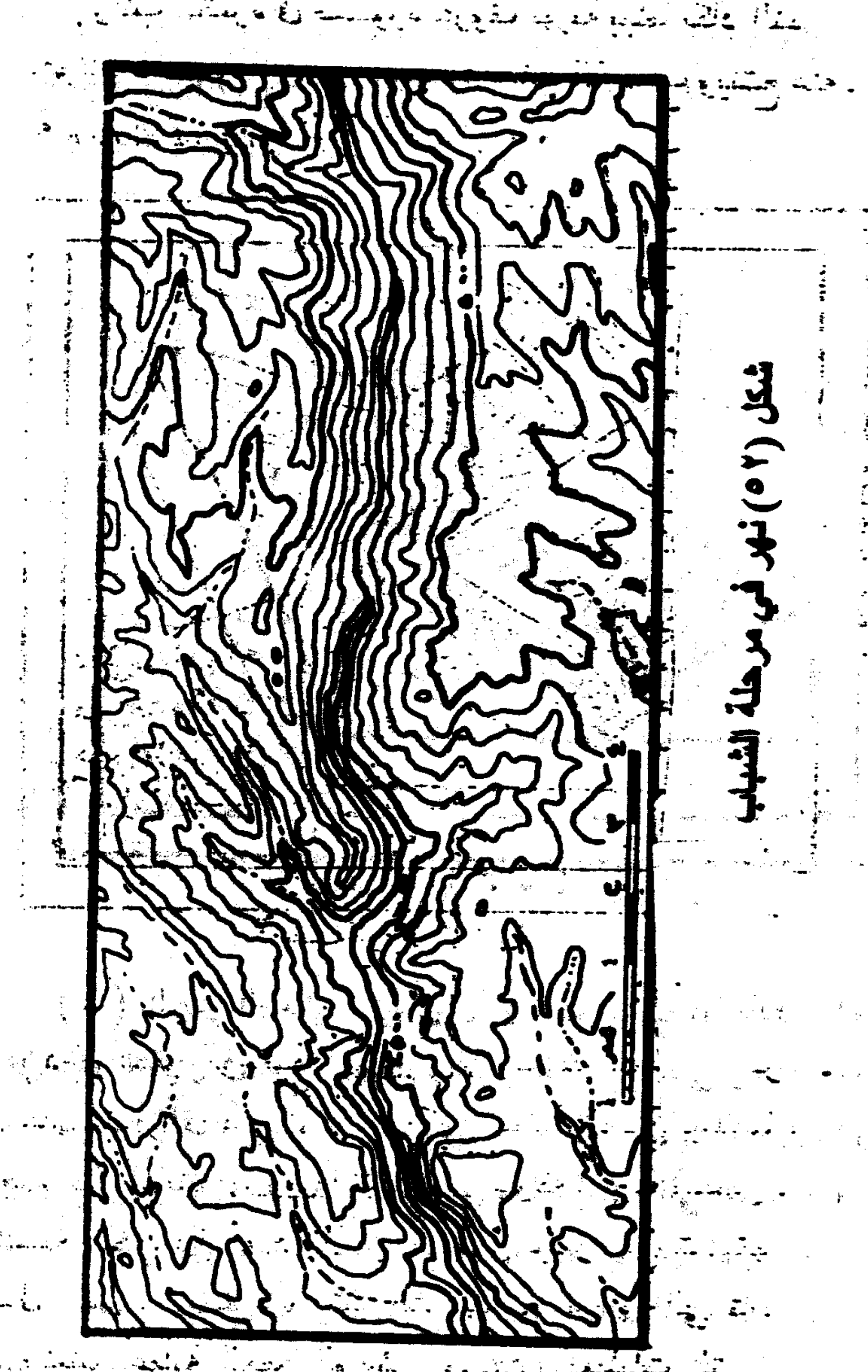
وتوجد العديد من الخوانق فى المناطق الجبلية مثل الخوانق العديدة فى جبال البحر الأحمر خاصـــة على منحدراتها الشرقية كخانق البارود قرب سفاجة ومن الخوانق الشهيرة فى العـــالم خانق كلورادو الذى يبلغ طوله نحـــو خمسمائة كيلومتر وعرضه نحـــو كيلومترين فى المتوسط وقد ظهرت صـــخور القاعدة الأركية فى قاعه ، وخانق الراين فى الجزء الاوسط من نهر الراين بألمانيا الغربية •

وهكذا نجد أن الأنهار فى مرحلة الشباب خانقية لم تتكون بها بعد الســـهول الفيضيـــة Flood plains و (شكل ٥٢) يوضح نهرا صغيرا فى مرحلة الشـــباب يحتل خانقا عميقا فى شكل حروف V وذلك على المنحدرات الغربية لسلاسل جبال سييرانيفادا بالولايـــات المتحـــدة وهنـــاك خانق الســـند فى كشمير عمقه ١٧ ألف قدم وخانق كولمبيا فى جبـــال كسكيد •

(ب) يتميز النهر بشـــدة انحداره حيث أنه لم يستطيع بعد الوصول الى مرحلة التعادل التى تميز الأنهار فى مرحلة النضج راجع شكل (٥٢) •

(جـ) ثنيات الشباب والنتوءات المتداخلة Inter locking Spurs

حيث يعمق النهر واديه بالنحـــت الرأسى ويتعـــرج النهـــر ويـــدور حول العقبـــات المتمثلة فى الصخـــور الصلبة ويتركز النحت فى الجانب المقعر من الثنية Concave bank of the bend مما يؤدى فى النهاية



شكل (٥٢) نهر في مرحلة الشباب

الى ظهور نتوءات على جانبى الوادى كما هو واضح فى شكل (٥٣) وتبدو الجوانب المقعرة فى صـــورة جروف نهرية بينما يكاد النحت يختفى فى الجوانب المحدبة Convex ويسود بعض الارساب وينتج عنه سفوح منعزلة Slip of Slopes قليلة الانحدار .



شكل (٥٣)

(د) الحفر الوعائية Pot holes وتعرف أحيانا بالحفر المستديرة وهى حفر تتكون فى قاع المجرى وتكون مليئة بالحصى وعندما يمر فوقها الماء يسبب دوامات eddies تؤدى الى حركة دائرية للحصى والرواسب الخشـــنة الموجودة فى داخل الحفر مما يؤدى الى تعميقها واتساعها واتصال أكثر من حفرة وعائية ببعضها مما يؤدى الى تعميق مجرى النهر وتعتبر عملية الحفر الوعائى احـــدى العمليات التى يقوم بها النهر لتعميق مجراه انظر شكل (٥٤) وأحيانا قد تظهر الحفر الوعائية فى صـــخور صلبة نارية كالجرانيت مثلما الحال فى نهر جيمس بولاية فرجينيا الأمريكية .



شكل (٥٤) الحفر الوعائية

(هـ) الجنادل Cataracts :

تظهر الجنادل حينما يشتد انحـدار قاع النهـر بصورة فجائية وتنقسم الى نوعين :

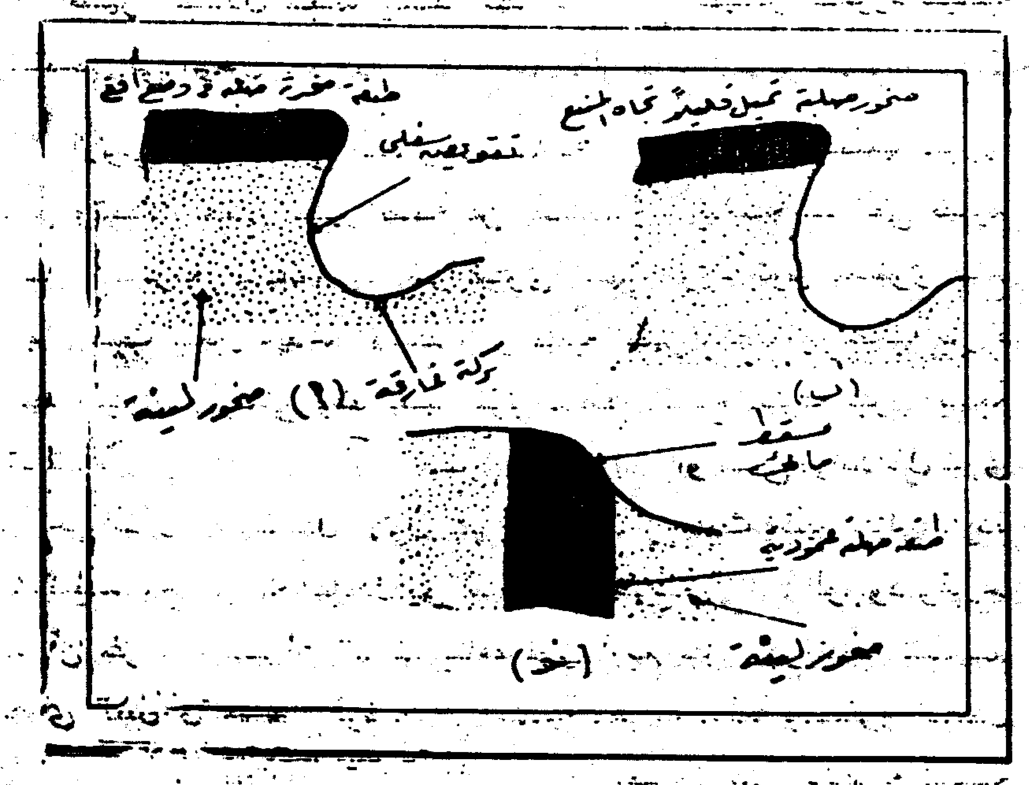
الأولى وترجع الى التباين فى صلابة الصخور التى يقطعها مجرى النهر وتحدث عندما تظهر طبقة من الصـخور الصلبة ـ التى تقاوم عمليات التعرية المـائية ـ عبر مجرى النهر بارزة فوق مستوى قاع النهر بحيث يتغير عندها الانحدار والثانية تظهر كالصخور صلبة بارزة وسط المجرى المائى وقد تظهر فوق سطح المـاء مكونه جزرا صلبة وقد تنشأ نتيجة لوجود حاجز صخرى Dyke أو أفقى أو تداخل نارى كما هو الحال فى الجندل الأول جنوب أسـوان حيث تظهر جزر عديدة مثل الهيسا وهى بداية الجندل من الجنوب وسلوجة وأنس الوجود وغيرها كما أن خزان أسـوان قد تم بناءه فوق أربع جزر جرانيتيه تقسـم مجرى النيل فى هـذا الموضع الى خمسة ممرات مائية وصخور الجندل الأول من الجرانيت الخشن الذى تتضح فيـه آثار التجوية شـبه الكروية .

ومن الجنادل الأخرى ريبون عند مخرج نيل فكتوريا من بحيرة فكتوريا بأوغندا وجنادل فولا فى بحر الجبل وجنادل نهر ساو فرانسيسكو بالبرازيل وجنادل خانق سبلوقه شمال مدينة الخرطوم بنحو ٦٠ كليومتر .

(و) الشلالات water Falls :

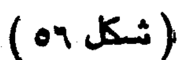
وهى ببساطة عبارة عن أجزاء شديدة الانحدار فى مجرى النهر حيث تزداد سرعة النهر وتشتد عملية النحت فى صخور القاع وترجع الشلالات الى مجموعة من العوامل تتمثل فيما يلى :

ـ امتداد حواجز صخرية صلبة قد يظهر أفقية كما فى شكل (٥٥ ا) أو فى وضع مائل قليلا تجاه المنبع up Stream شكل (٥٥ ب) ، واذا كانت بهذا الوضع وترتكز على صخور لينة فتنجت الاخيرة بصورة سريعة حيث تنحدر مياه النهر عليها فى شكل شلالات أو مسقط مائى

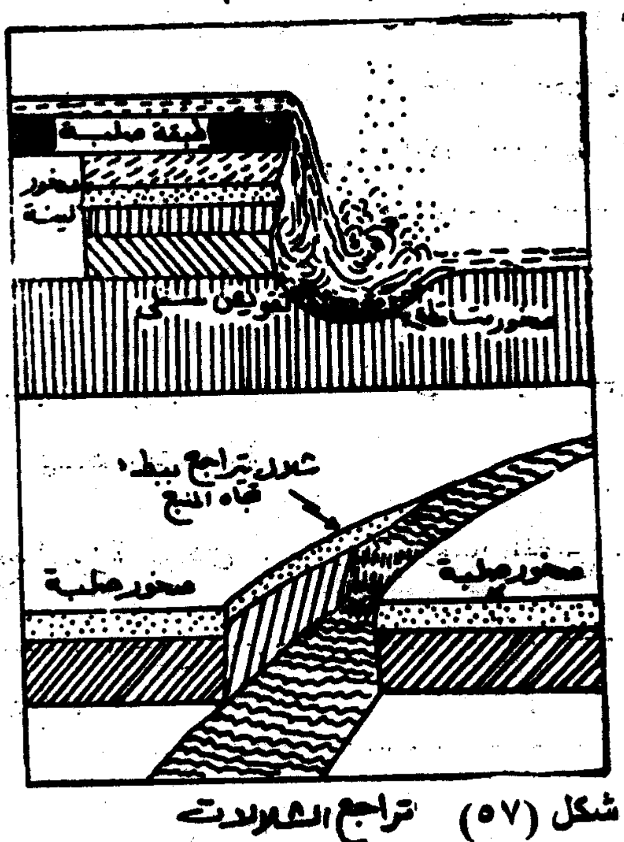


شكل (٥٥)

كما هو واضح بشكل (٥٦) وأفضل مثال على ذلك شلالات نياجارا فى مجـرى سانت لورنس فى قطـاعه ما بـين بحيرتى ايرى واونتاريو (شكل ٥٧) •



(شكل ٥٦)



شكل (٥٧) تراجع الشلالات

— اذا هبط نهر من حافة هضبة مرتفعة الى سـهول منخفضه فهنا تظهر المساقط المـائية مثال نهر الكونغو الذى ينحدر من هضبة ارتفاعها نحـو ٣٥٠ مترا فى سلسلة من المساقط المـائية عددها ٣٢ مسقطا مائيا • وشلالات أوغورابى على نهر الأورنج فى هضبة جنوب افريقيا وعلى طول أقدام جبال الحافة الابلاشية (بلوردج) حيث تنحدر الانهار الصغيرة نحـو الاطلنطى فى منطقة البيدمنت حيث تستغل فى توليد الكهرباء •

— فى مناطق الصدوع Faults :

عندما يعبر نهر منطقة صدعية تعترض مجراه فان مياهه تنحدر من

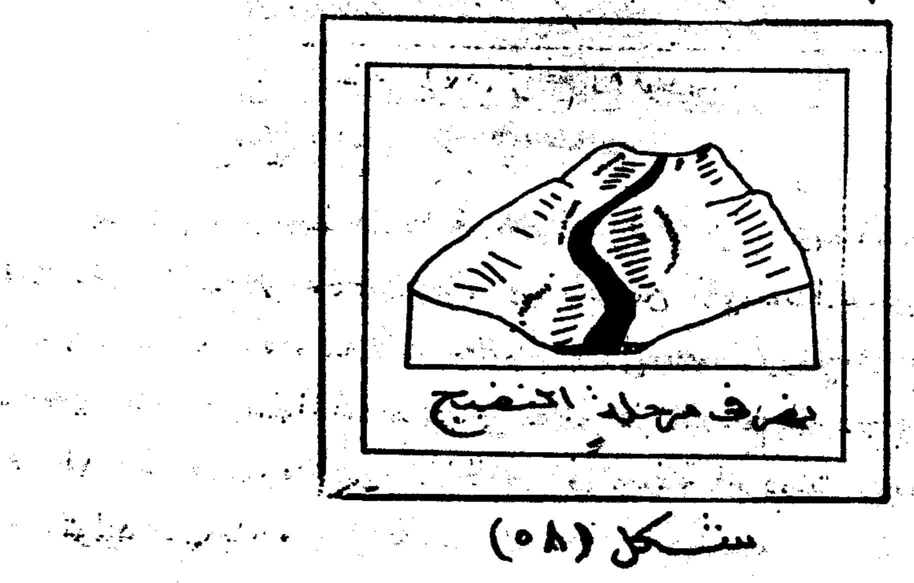
الرمية العلوية للصدع فى اتجاه الرمية السـفلى للصـدع ومثال ذلك شلالات فكتوريا على نهر الزمبيزى حيث يجرى النهر فوق هضبة يقطعها مجموعة من الصدوع •

ـ فى المناطق التى تعرضت للتعرية الجليدية حيث تمثل الأودية المعلقة (روافد الأنهار الجليدية) شلالات مائية عند ذوبان الجليد حيث ترتفع مناسب قيانها عن منسوب قاع الوادى الجليدى الذى يحتـل مجراه فى الوقت الحاضر نهر مائي رئيسى وتظهر هـذه الظاهرة فى اسكند نافيا والمناطق الجبلية فى أوربا وغيرها •

٢ ـ الظاهرات الجيومورفية الناتجة عن التعرية النهرية فى مرحلة النضج Maturity Stage :

من الملامح المميزة للوادى النهرى فى مرحلة النضج :

(أ) يأخـذ القطـاع العرضى للوادى شـكل حـرف v المفتوح (انظر شكل ٥٦) •



شـكل (٥٨)

(ب) يقل الانحدار عنه فى مرحلة الشباب •

(جـ) تتضح الثنيات meanders حيث تبدو الجوانب المقعرة فى

شكل حوائط نهرية River cliffs أما الجوانب المحدبة تكون ذات انحدار هين مثل السفوح المعزولة Slip of slopes •

(د) تتراجع البروزات Spurs بفعل النحت الجانبي L. erosion وتتمثل بقاياها فى خط من الحوائط Bluffs على جانبى الوادى النهرى شكل (٥٩) •

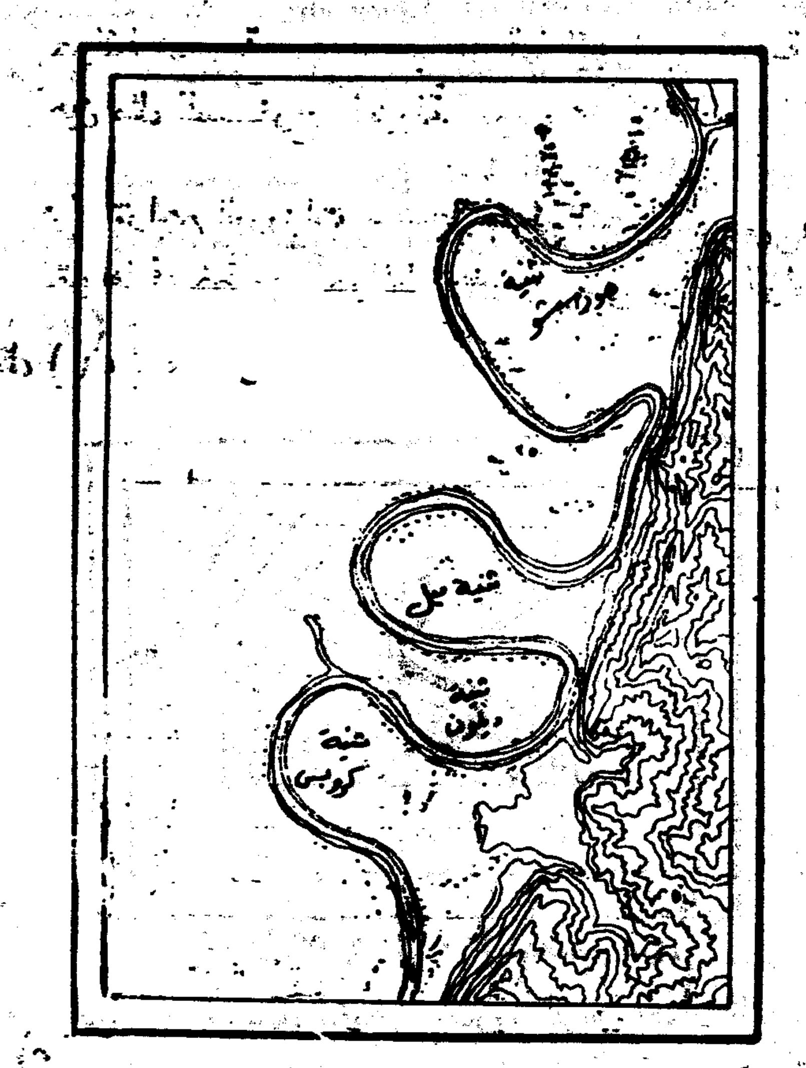


شكل ٥٩ نهر فى مرحلة النضج التام

(هـ) يتسع السهل الفيضى وبمرور الزمن يدخل النهر مرحلة الشيخوخة ويغطى برواسب فيضية متجددة •

ويوضح شكل (٦٠) نهر فى مرحلة النضج وسط سهله الفيضى يتضح منها اقتراب نطاق الثنيات meanders belt من حوائط الوادى فى الشرق بينما فى الغرب يمتد نطاق عريض من السهل الفيضى وتمثل الخطوط المتقطعة الجسور الطبيعية natural Levees المحيطة بالنهر على منسوب ٣٥٠ قدم •

(و) تختفى الجنادل والمساقط المائية ويصل النهر الى مرحلة التوازن أو التعادل كما تتضح مناطق ما بين الأودية والتى لم تكن واضحة فى المرحلة السابقة •



شكل (٦٠) نهر ناضج وسط سهله الفيض

٣ ـ الظاهرات الجيومورفية للتعرية النهرية في مرحلة الشيخوخة old stage

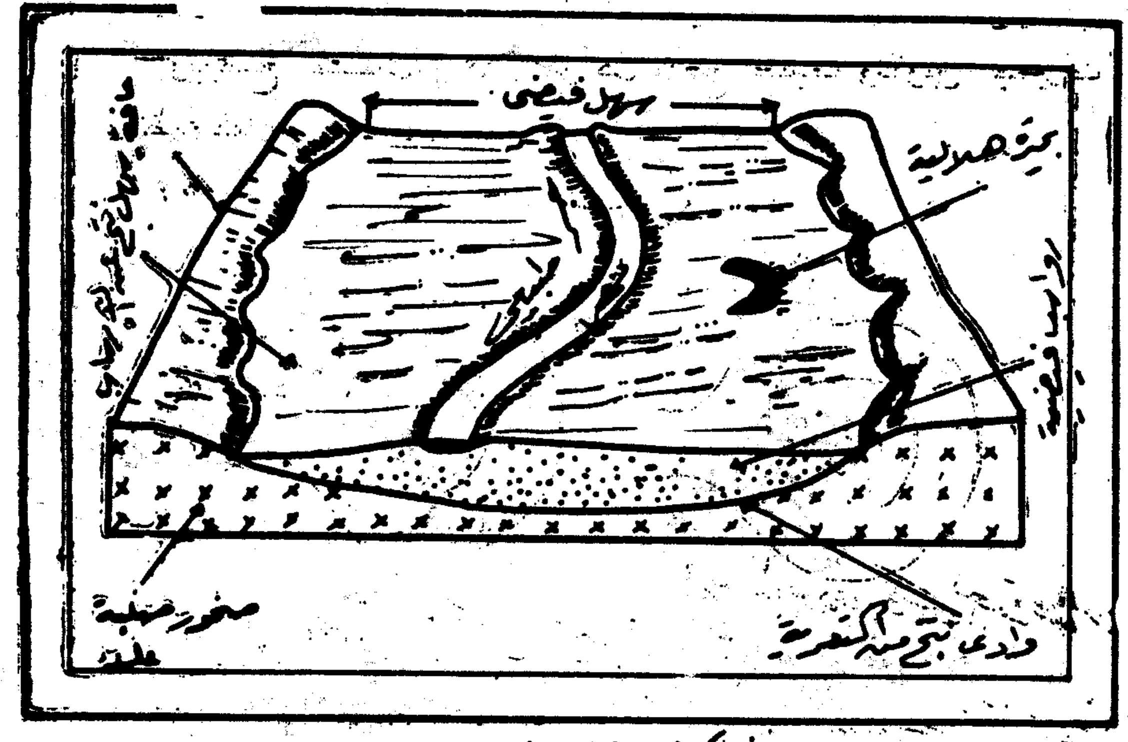
يتميز الوادى النهرى فى مرحلة الشيخوخة بالخصائص التاليـــة .

(أ) يتسع الوادى ويستوى قاع النهر ويقل انحداره

(ب) تغطـــى الرواسب قاع الوادى، مكونة سهـــل فيـــض flood plain غالبا ما تكثر فيه المستنقعات .

(جـ) تبرز ظاهرة التثنى والانعطاف meandering والظاهرات المرتبطة بتطور تقطع الثنيات مثل البحيرات المقتطعة Ox-bow lakes

(د) فى المراحل الأخيرة من التطور يبنى النهر قاعه وجوانبه من خلال رواسبه ويطلق على الجوانب الجسور الطبيعية Natural Levees حيث يجرى النهر بين جوانب بارزة فوق مستوى السهل الفيضى، شكل (٦١) •



شكل (٦١)

(هـ) عادة ما تتراكم الرواسب قرب المصب مصفة ومكونة دلتا خورية فى أشكال مختلفة تبعا لطبيعة منطقة المصب •

كيفية بناء النهر لسهله الفيضى :

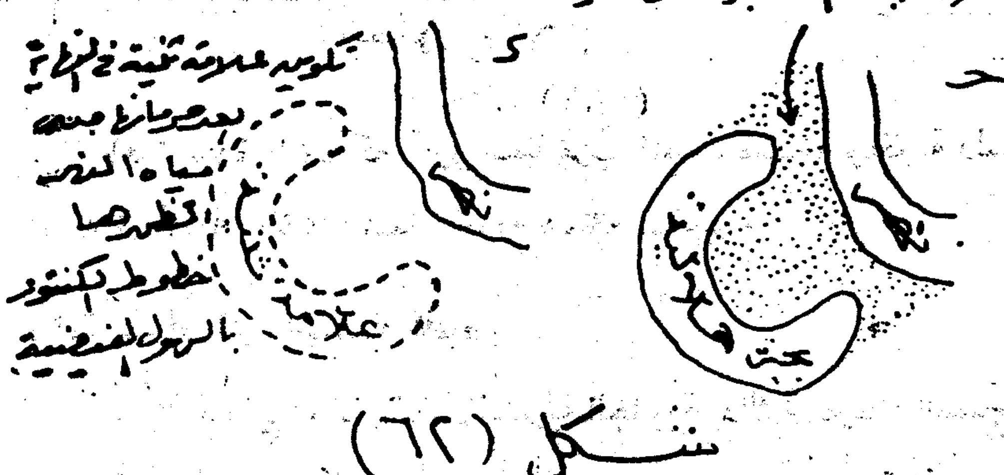
— يتسع قاع الوادى بفعل التعرية الجانبية وذلك فى مرحلة النضج •

— يحدث الارساب Deposition فى الجوانب المحدبة من الثنية Convex banks of meander مكونة مدرجات ارساب كضفاف للوادى ويستقبل السهل الفيضى رواسبه من خلال التحرك المستمر للمنعطفات وهذه العلمية تتم فى مرحلة النضج وتستمر حتى مرحلة الشيخوخة •

ـ عندما تطغى مياه النهر على السهل الفيضى خلال فترات الفيضان تترسب فوقه تكوينات من الغرين والطين وتعد هـذه المرحلة بمثابة المرحلة النهـائية لتكوين السهل الفيضى وتستمر معها الهجرة الدائمة للمنعطفات والتى عادة ما تتجه نحـو المصب وفى تحركها هـذا تكون مدرجات Terraces فى السهل الفيضى •

ويوضح الشـكل (٦٢) مراحل تقطع الثنيات وتكوين البحيرات المقتطعة كما يلى :





شكل (٦٢)

شـكل(أ) يوضح ثنية نهرية حيث تظهر رقبة الثنية فاصلة بـين جانبين مقعرين نتجا عن النحت •

شـكل (ب) يوضح اقتطاع الثنية وتكوين جزيرة بعد ازالة رقبة الثنية وعادة ما يحدث هـذا خلال فيضان النهر •

شكل (جـ) يحدث ارساب على طول نهايتي اقتطاع الثنية(١) حيث تكون في النهاية بحيرة هلالية قد تنضب مياهها اذا لم تنصرف اليهــا أي فروع أو ترع صناعية وتتحول الى ما يعرف جيومورفولوجيا بعلامة الثنيــة meander Scar تظهرها خطوط الكنتور في الخرائط كبيرة المقياس كما هو الحال في خرائط ١ : ٢٥٫٠٠٠ لوادي النيل ودلتــا في مصر .

كيفية تكوين الجسور الطبيعية وارتفاع قاع النهر :



شكل (٦٣)

Bunnett, R.B. Ibid., p 60. (1)

(أ) يحدث ترسيب نشط على طول جوانب النهر في مرحلة الشيخوخة وذلك أثناء الفيضان وحينما يحدث ذلك ترتفع الجوانب ويطلق عليها جسورا طبيعية Natural Levees (شكل ٦٣ أ) حيث تترسب المواد الخشنة في أقرب منطقة للنهر .

(ب) وفي فترة الفيضان يحدث الترسيب في قاع النهر الذي يرتفع نتيجة لذلك (شكل ٦٣ ب) .

(جـ) كثيرا ما يفيض النهر بحيث تطغى المياه على الجسور الطبيعية وتغرق السهل الفيضي ويحدث ذلك في كثير من الأنهار الكبرى في أجزائها الدنيا مثل نهر المسيسبي وهوانجهو ونهر النيل في مصر خاصة قبل بناء السد العالي (شكل ٦٣ جـ ، د) .

(د) عندما يفيض النهر فوق مستوى سهله الفيضي يصعب على روافده الالتقاء به حيث تمتد في الاغلب موازية له لمسافات طويلة مكونة منعطفات خلال السهل الفيضي حيث تحيط بها كثير من المستنقعات (شكل ٦٣) وشكل (٦٤) حيث تظهر جزءا من السهل الفيضي لنهر المسيسبي يوضح القناة الرئيسية للنهر في نطاق الثنيات وسط منطقة فيضية .



شكل (٦٤)

رابعا : الدالات النهرية River Deltas :

١ — مفهوم الدلتـــا :

تنصب معظم حمولة النهر فى نهاية الأمر فى محيطات أو بحار شبه مغلقة Semi - enclosed seas أو فى بحيرات — تعد نهاية المطاف بالنسبة لأى نهر — حيث تتجمع أحيانا رواسب النهر مكونة سـهلا منخفضا مستنقعيا يسمى دلتـا ونتيجة لحدوث عمليات الترسيب عند مصب النهـر فانه يتفرع الى قنوات عديدة تتفرع كل منها الى قنوات ثانوية وتسمى هـذه القنوات المـائية بالفروع Distributaries وتكون نتيجة للرواسب المطوقة لساحل البحر أو البحيرة فى موضـع الدلتـا .عند قاعدتها بحيرات طولية Lagoons محمية بحواجز رمليـة تمتلىء بالتدريج بالرواسب لتتحول الى سبخات Swamps كما تتكون ألسنة رملية Spits وحواجز Bars على طول قاعدة الدلتـا .

وتعتبر بحيرة البرلس ضـمن البحيرات الطولية يفصلها لسانان من الرمال (شكل ٦٥) .



شكل (٦٥) دلتا نهر النيل

والدلتـا كما عرفت فى قاموس الجغرافيا لمونكهاوس عبـارة عن تكوينات فيضية تكونت عند مصب النهر حيث يتم ترسيب بعض الحمولة من الرواسب يقطعها عدد من القنوات المـائية[1] (الفروع) وقد اشتق لفظ دلتا من حرف Δ اليونانى وتعد دلتا النيـل نموذجا للدلتـا الحقيقية .

٢ — العوامل التى تساعد تكوين الدالات النهرية :

تتمثل العوامل التى تؤثر فى تكوين الدالات فى الخصائص المميزة للظهير الدلتاوى Delta hinterland والحوض المـائى المستقبل لمياه النهر حيث يعتبر الظهير مسئولا عن مد الدلتا برواسبها كما تنعكس خصائص هـذا الظهير بوضوح كبير على طبيعة الرواسـب والنظـام النهرى River Regimé الذى يحمل هـذه الرواسب سواءا كان دائما أو فصليا .

وتتمثل العوامل المرتبطة بحوض التصريف المائى Drainage Basin فى التضاريس ، الجيولوجيا ، والمناخ والحركات التكتونية وكلها تعمل على تحديد النظام المائى للنهر والرواسب التى تغذى الدلتـا ، فكلما كانت حمولة النهر من الرواسب ضخمة فهذا نشاطا متزايدا لعملية النحت فى القطاع الأعلى للنهر upper Section كما أن القطاع الأدنى منه يعيش فى مرحلة الشيخوخة Senility stage ونتيجة لذلك فان التحرك البطىء للنهر يؤدى الى ترسيب معظم الحمولة عند المصب (حيث أن النهـر سريع الجريان فى قطـاعه الأدنى يؤدى الى حمولة للرواسب لمسافات بعيدة فى البحر) .

كما أنه كلمـا قلت البحيرات على طول مجرى النهر زادت كميـة الرواسب القادمة الى منطقة المصب ، فاذا كثرت البحيرات على القطاع

(1) Monkhouse F.J., A Dictionary of Geography, Second edition , London 1970, p 101.

الطولى للنهر افتقد النهر جزءا كبيرا من حمولته فى قاع هـذه البحيرات ـ مثال ذلك البحيرات العديدة التى تعترض مجرى بحر الجبل من مخرجه من بحيرة البرت حتى التقائه ببحر الغزال مثل بحيرة روبى Robbi وغيرها وكذلك بحيرة السـد الصناعيـة التى احتجزت الجزء الاعظم من رواسب النيل أمام السـد العالى •

ومن العوامل الأخرى التى تؤثر فى تكوين الدلتـا ـ مرتبطة بحوض النهر ـ الظروف المناخية السائدة فى الجزء الادنى من الجـوض فاذا كان المنـاخ مطير أدى ذلك الى زيادة تصرف النهر وزيادة قدرته على حمل وتحريك الرواسب وكذلك زيادة كفاءته فى نقـل وتحريـك الرواسب كبيرة الحجم كما أن المنـاخ المطير يعطى فرصة للعديد من الروافد للالتقاء بالنهـر واضافة حمولة جديدة ومستمرة اليه وهـذا يتضح فى نهر الكونغو الذى يجرى فى حوض مناخه استوائى أو شـبه استوائى مطير وان كانت هناك ظروف ترتبط بنمط السـاحل الصدعى أمام مصب هـذا النهر مما حال دون تكون دلتاه •

كما يبرز المنـاخ الرطب فى حوض نهر المسيسبى والفولجا والبو والراين وغيرهما بينما فى حالة نهر النيـل فنجد قطاعا طويلا فيه يجرى فى اقليم صحراوى جاف لا يتصل به أى رافد بإستثناء الأدوية الجافة الصحراوية السيلية ، فهو فى مجراه شمال السودان وداخل الأراضى المصرية حتى نقطة تفرعه شمالى غربى القاهرة بنحـو ٢٣ كيلو متر يفقـد جزءا كبيرا من مياهه بسبب التبخر ، كما كان للانحدار البطىء لمجراه ـ ١/٠٠ر١٠ ـ وكذلك مشاريع الرى الصناعية من سدود وخزانات وقناطر الأثر الكبير فى قلة ما يصل الى دلتاه من رواسب •

أما العوامل التى ترتبط بخصائص البحار والمحيطات التى يلتقى بها النهر ويكون دلتا على حسابها فتتمثل فى طبيعة الساحل من حيث نشأته هل هو صدعى شديد الانحدار أم تدريجى ففى الحالة الأولى

مهما كانت الرواسب النهرية عظيمة الحجم فان كل ما يصب فى البحر يتدفق فى الأعماق السحيقة ويحمله التيار النهرى اذا كان قويا وسريعا الى مسافات بعيدة فى البحر مثال ذلك دلتا نهر الكونغو الخليجية estuarine حيث الساحل مندعى بالاضافة الى تيار بنغويلا الممتد فى موازاة الساحل ، كما تتمثل العوامل هنا فى درجة هدوء ماء البحر فكلما ضعفت الأمواج والتيارات البحرية ساعد هذا على زيادة عملية الترسيب والنمو المستمر للدلتا على حساب البحر ولذلك كانت الدالات أسرع نموا فى البحار الداخلية والبحيرات مثل دلتا الفولجا والبو وغيرهما .

كذلك تعمل المياه المالحة للبحار على تعقيد Coagulation الحبيبات وجعلها فى حالة متماسكة مما يساعد على تثبيتها وترسيبها .

٣ — مراحل تكون الدالات النهرية :

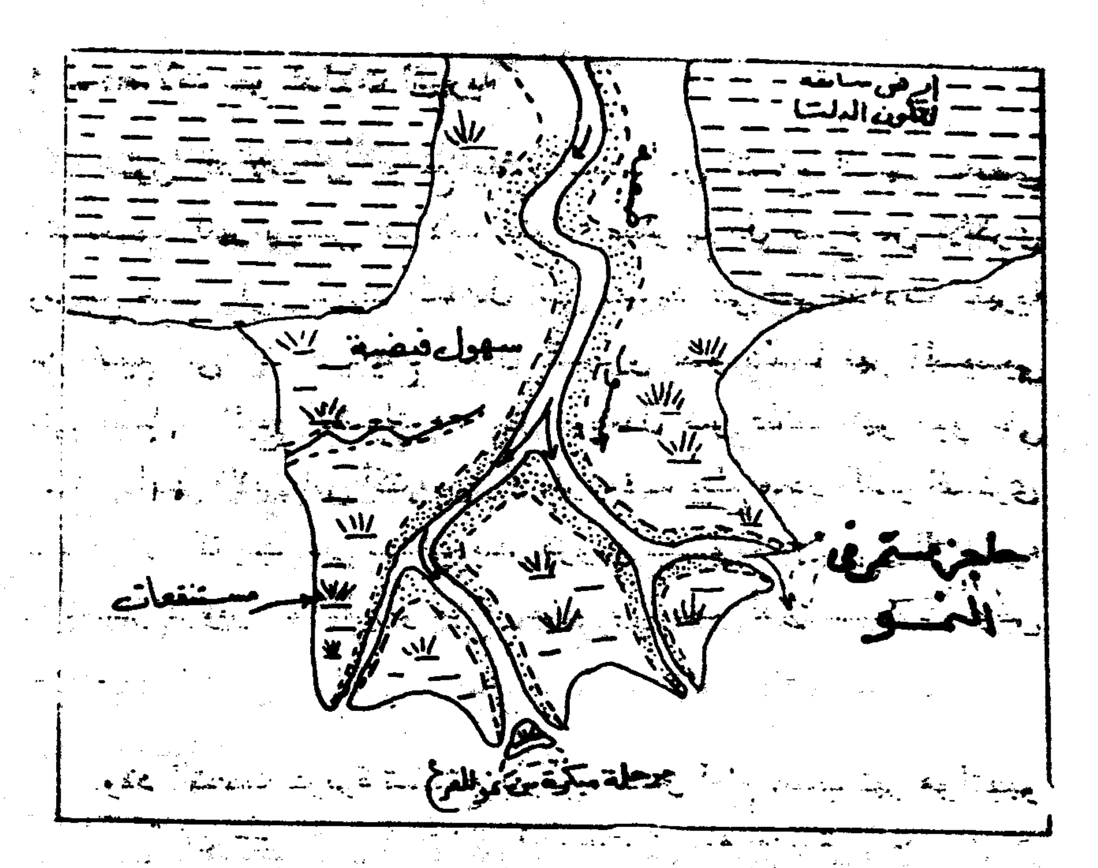
بعد عملية الترسيب ينقسم النهر فى منطقة مصبه الى عدد من الفروع كما تظهر الألسنة الرملية والحواجز وتتكون البحيرات الطولية Lagoons كما تمتد الجسور النهرية Levees على طول امتداد الفروع داخل البحر .

تبدأ البحيرات الطولية فى الامتلاء بالرواسب لتتحول الى مستنقعات Swamps وتبدأ الدلتا فى اتخاذ شكل أكثر تماسكا .

يصبح الجزء القديم من الدلتا مليئا بالنباتات ويبدأ سطحه فى الارتفاع ببطء .

تختفى المستنقعات نتيجة لذلك تدريجيا ويصبح هذا الجزء من الدلتا أرضا يابسة (شكل ٦٧ ا ، ب) .

ويجب ملاحظة أن تلك المراحل السابقة غالبا ما تظهر فى معظم الدالات كلما نمت الدلتا أكثر فان الاجزاء القديمة منها تغطى برواسب



شكل (٦٦) الملامح الرئيسية لسهل دلتاوي



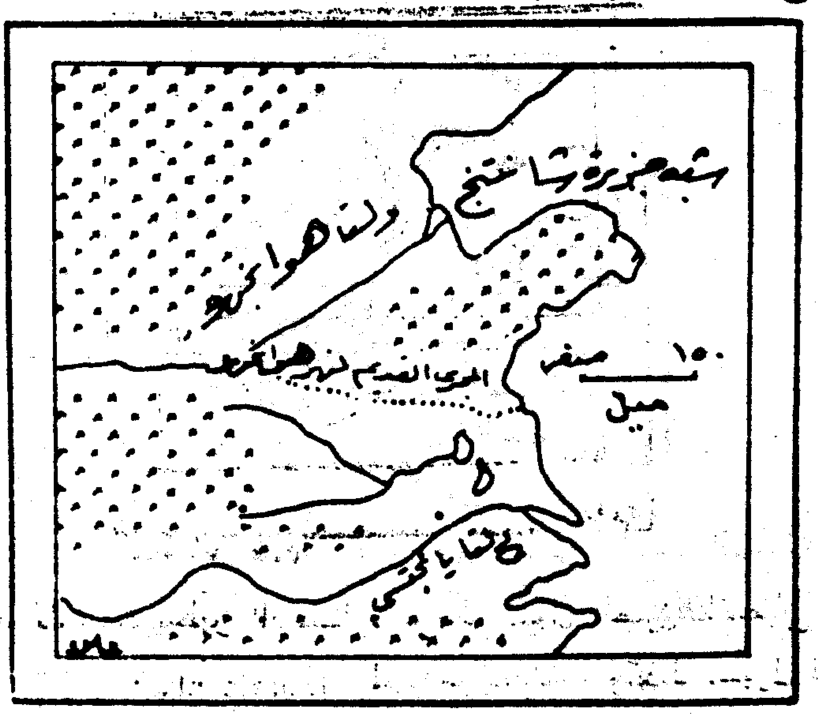
شكل (٦٧)

فيضية قد لا تأخذ مظهر الدلتــا ، فمعظم سهل الصين الشمالى عبارة عن سهل دلتاوى Deltaic plain لنهر هوانجهو • وكذلك سهول العراق تعد ســهولا دلتاوية كونها نهر دجله والفرات على حساب انكماش الخليج العربى •

٤ ـ معدلات نمو الدالات النهرية :

تكون الدالات فى الواقع ينتج أساسا من اتساع السهل الفيضى عند مصب النهر وبعض الدالات النهرية تنمو بمعدل أسرع من الأخرى ويرجع هـذا الى اختلاف العوامل التى تساعد على نمو الدالات النهرية من اقليم الى آخر ، فيبلغ المعدل السنوى لنمو دلتـا نهر المسيسبى على حساب خليج المكسيك ٧٥ مترا ومعدل نمو دلتـا نهو البو على حساب البحر الادرياتى أكثر من ١٤ مترا بينما يبلغ معدل النمو السنوى لدلتـا نهر الفولجا على حساب بحر قزوين نحـو ٣٠٠ متر وذلك لهدوء مياه بحر قزوين الداخلى والمناخ البارد والرطب الذى يسـود حوض نهر الفولجا .

وقد التحمت جزيرة شانتنج بأرض الصين أمام مصب نهر هوانجهو بسبب عمليات الترسيب المستمرة فأصبحت شـبه جزيرة Peninsula كما يتضح من شكل (٦٨) .



شكل (٦٨) دلتا هوانجهو

٥ ــ أنواع الدالات :

توجد ثلاثة أنواع أساسية من الدالات النهرية بالاضافة الى المراوح الفيضية تتمثل فيما يلي :

(أ) الدالات التي تتخـذ الشكل المروحي Arcuate Deltas

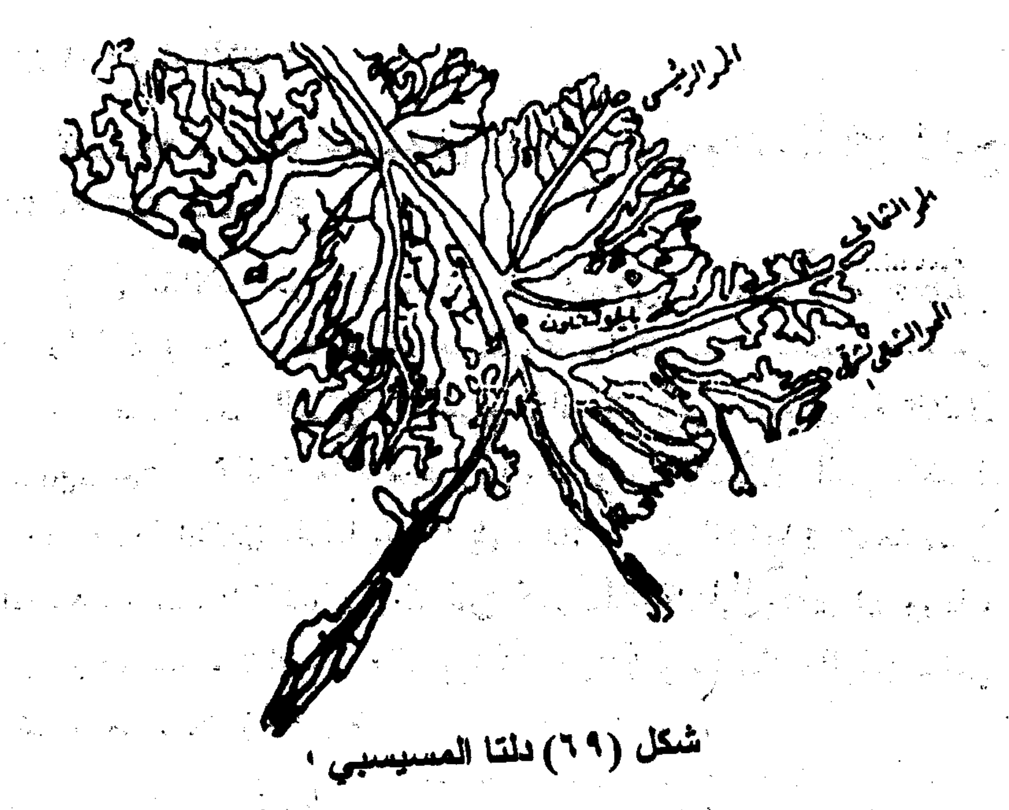
وهــذا النوع من الدالات أكثرها شيوعا وانتشــارا وتتكون عادة من رواسب خشنة مثل الحصى gravel والرمال وهي عادة مثلثة الشكل Traingular وعادة ما تتعدد روافدها ومن الأنهــار التي تتخــذ دالاتها هــذا الشكل دلتــا نهر النيل ، دلتــا نهر الكانج في بنجلاديش والهنــد ، دلتــا الســند في باكستان الاســلامية ، ايراوادي في بورما ، الميكونج في فيتنام ، النيجر في نيجيريا ، هوانجهو بالصين والراين فــي هولندا راجع شكل (٦٥) •

(ب) الدالات النهرية الاصبعية Digitate Deltas :

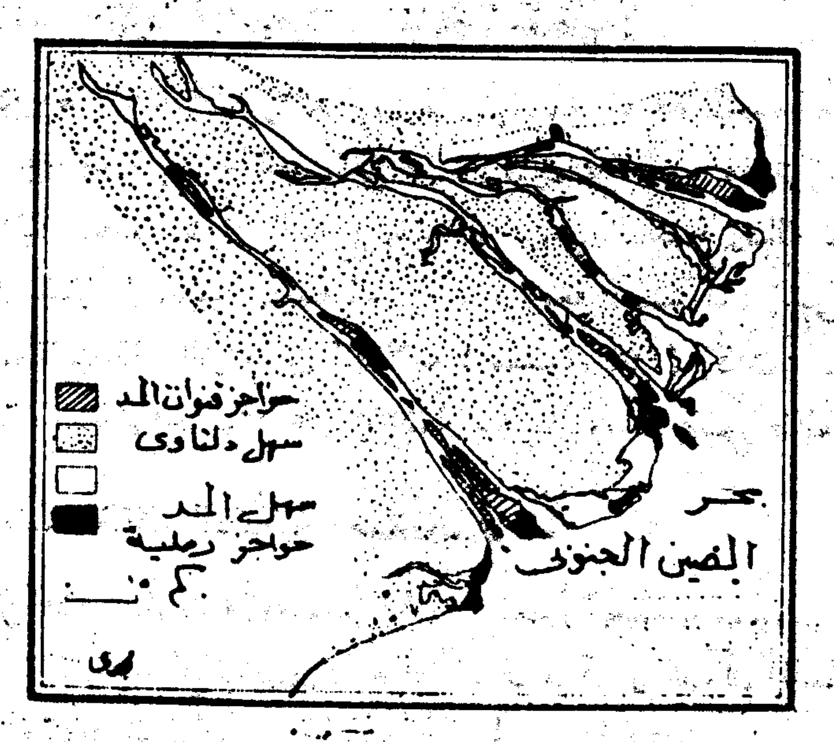
يتكون هــذا النوع من الدالات من رواسب شديدة النعومة مثــل الغرين Silt حيث يتفرع النهر الى عــدد قليل من الفروع التي تتخذ قنوات مائية محددة قليلة التعرج خــلال أرض الدلتــا وذلك لشدة تماسك الصخور الرسوبية دقيقة الحبيبات • وتعد دلتــا المسيسبي من أحسن النماذج لهذا النوع من الدالات (شــكل ٦٩) ودلتــا فادار Vadar حيث يجري خلالها فرعان رئيسيان يجريان وسط جسور طبيعية •

(ج) دالات المصبات الخليجية Estuarine :

تكون هذه الدالات في مصبات الأنهار المغمورة Submerged Rivers حيث تأخذ شكل الخليج Estuary مثلما الحال في أنهار الب في المانيا ، الأوب في الاتحاد السوفيتي ، فستولا في بولنــــدا ، دلتــا نهــــر الكونغو وكذلك أنهــار الســاحل الشرقي للولايات المتحــدة مثل نهــر ساسكونيا وهي ضمن سواحل الغمر (الريا) عند جونســون وبيدو واضحا في دلتــا الميكونج شكل ٦٩ ب امتداد قنوات المد وحواجزها الرملية •



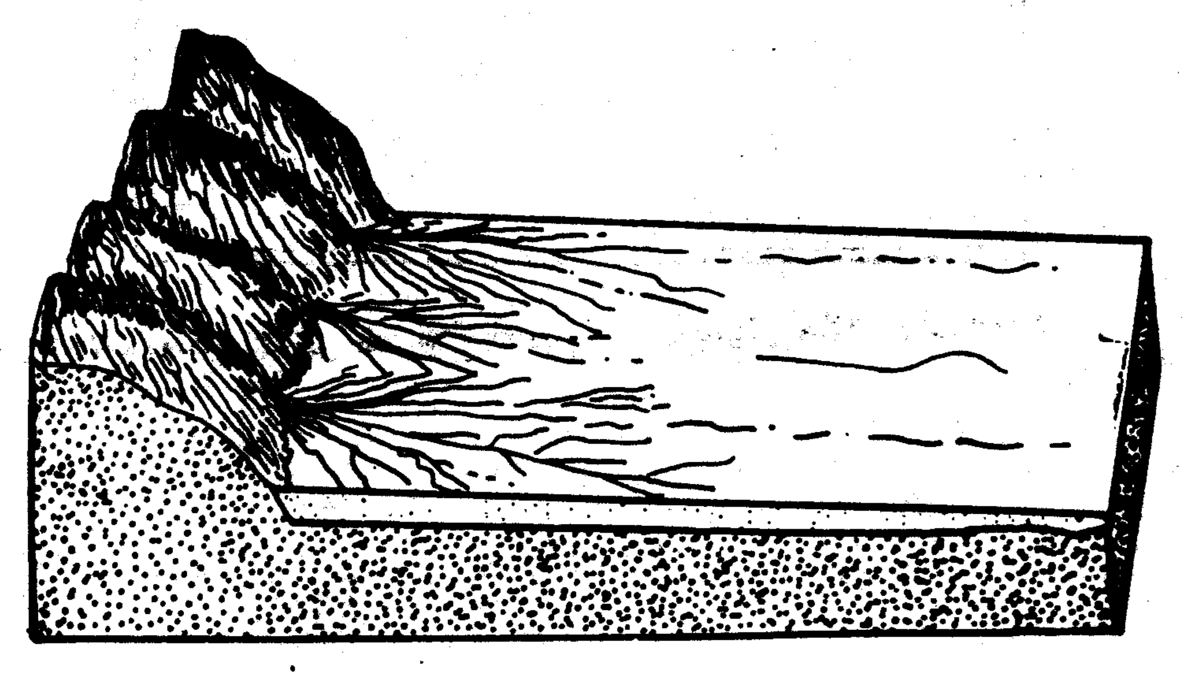
شكل (٦٩) دلتا المسيسبي



شكل (٦٩ب) دلتا نهر الميكونج

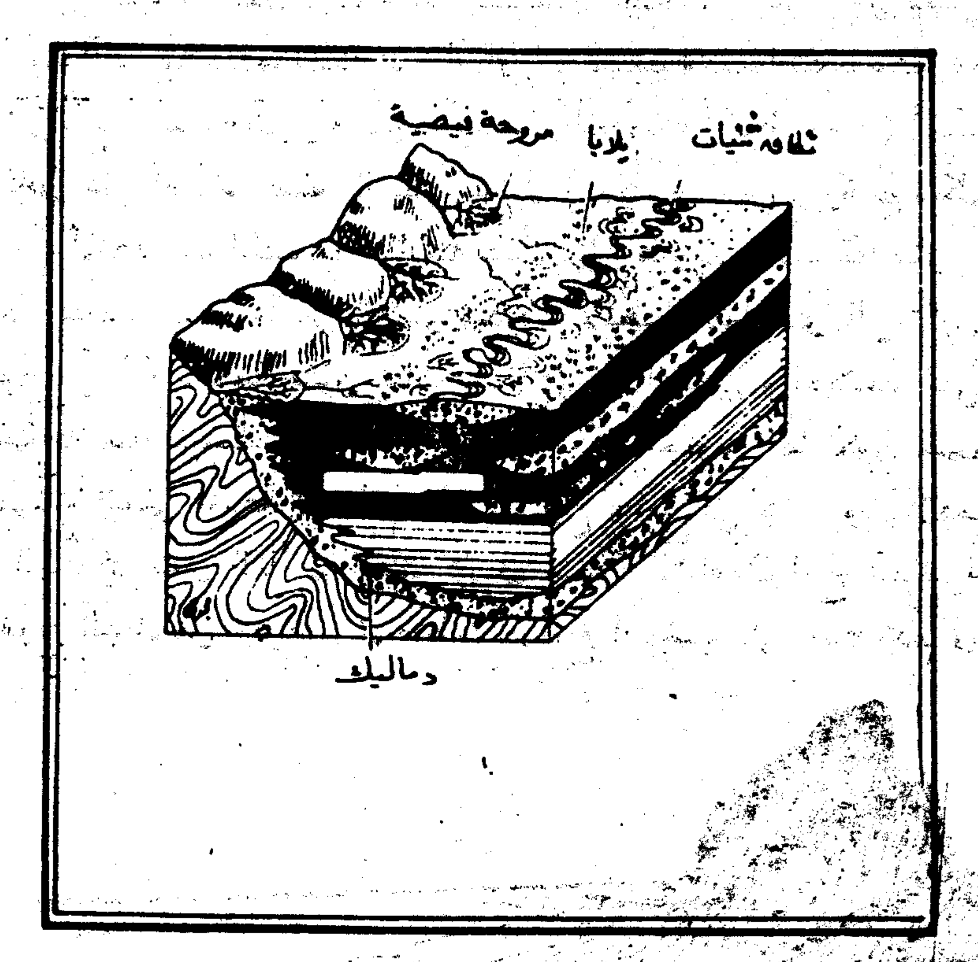
(د) المراوح الفيضية : alluvial fans وسهل البيدمونت

تنتج المراوح الفيضية عندما يلقى نهر قادم من السفوح الجلبية شديدة الانحدار الى سهول منخفضة برواسبه تبدو المظهر العام لهذه الرواسب فى شكل مروحة عند حضيض الجبال كما قد تتكون بعض المخاريط الفيضية عندما يشتد انحدار الأرض نسبيا وعندما تتحد مجموعة من المراوح الفيضية تكون ما يعرف بسهول البيدمنت (شكل ٧٠ ا) كما قد تظهر على امتداد السهل الفيضى كما فى (شكل ٧٠ ب) ويوضح شكل (٧١) المنحدرات الجنوبية لسلسلة جبال سان جبريل جنوب كاليفورنيا تنحدر عليها مجموعة من الأنهار شديدة الانحدار مما أدى الى تكون مراوح سي. ية ضخمة مكون فتات صخرى من الحصى والجلاميد التى قدمت به مياه فيضانات الأنهار المنحدرة تجاه الجنوب كما تكون سهل بيدمونت فيضى نتيجة لانتظام هذه المراوح جنبا الى جنب ويلاحظ من الشكل تغير الفاصل الكنتورى فى منطقة التقاء المراوح الفيضية وسفوح الجبل من ٥٠ قدم فى منطقة المراوح الفيضية الى ٢٥٠ قدم فى

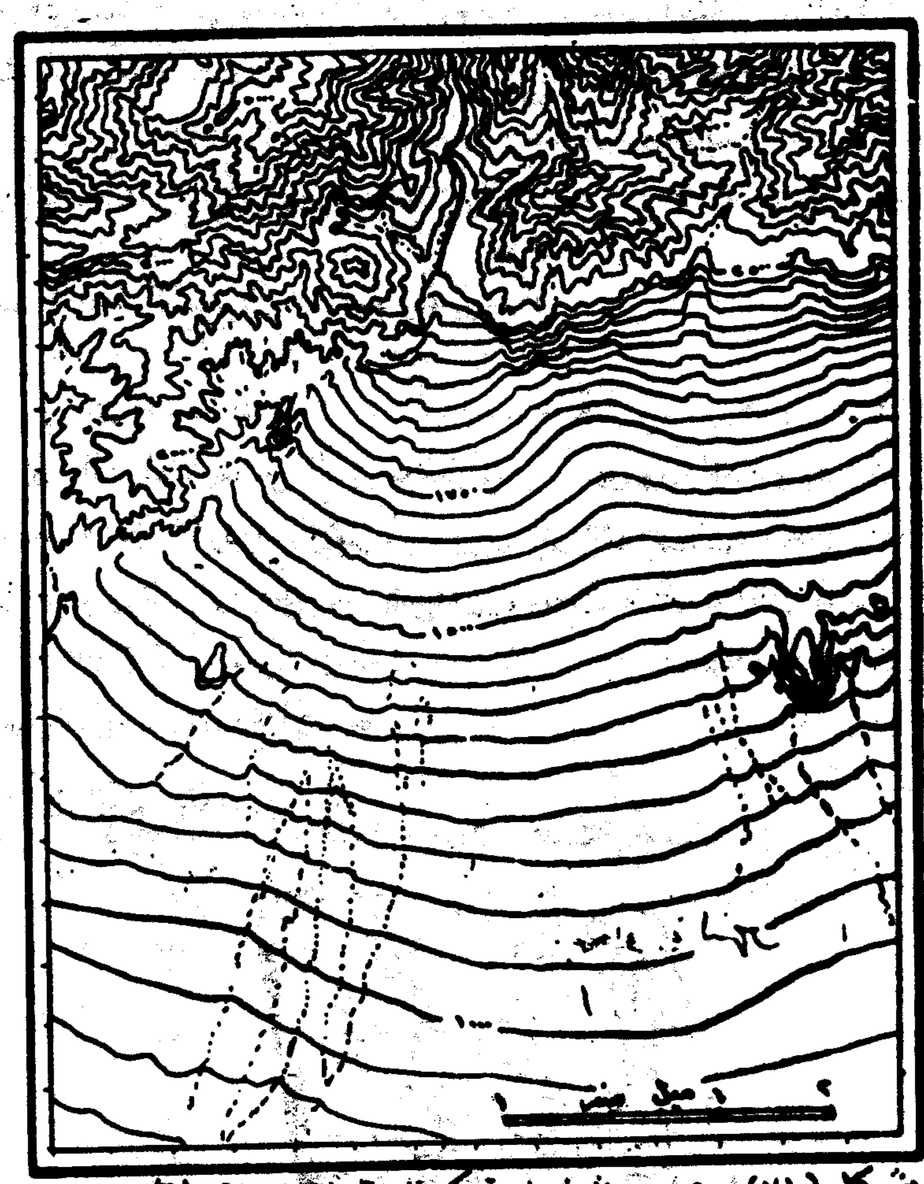


شكل (٧٠) سهل بهارا فيضي تكون نتيجة التحام عدد من المراوح الفيضية

النطاق الجبلى كما يلاحظ أيضا خانق سان انطونيو • واقتراب خطوط الكنتور عند قمة المروحة واتجاهها جنوب المنبع بينما بالاتجاه جنوب قاعدة المروحة تتقدم خطوط الكنتور نحو المجارى المـائية وذلك لأن فروع النهر الجبلى تمثل أكثر المناطق تعرضا للارساب عند تلاشى النهر الجبلى•



شكل (٧٠ب) مجموعة من المراوح الفيضية عند حضيض حافه مجاورة لنهر



شكل (٧١) مروحة فيضية كبيرة على المنحدرات الجنوبية لمرتفعات سان جبريل جنوب كاليفورنيا

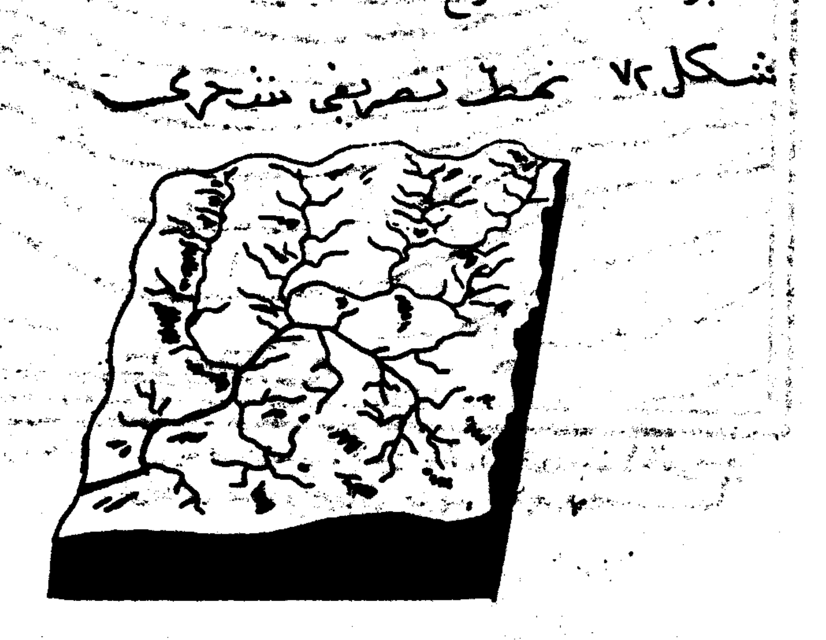
خامسا : أنماط التصريف النهرى Drainage Patterns (١) •

أى نهر رئيسى تلتقى به أنهار أصغر تسمى روافد Trilutaries وتعرف المنطقة التى يصرفها النهر وروافده بحوض النهر River Basin حيث يتم وضع حدوده تبعا للقمم العالية المحيطة به والتى يطلق عليها مناطق تقسيم المياه بالحوض water Divides وهناك نمطان أساسيان من أنماط التصريف المائى للأنهار بالإضافة الى أنماط أخرى •

١ ـ النمط الشجرى Dendritic pattern :

ويظهر هذا النمط فى المناطق المتجانسة فى صخورها ويعد الانحدار Slope العامل الرئيسى الذى يحدد اتجاه النهر وروافده وتبدو الأراضى الواقعة بين الأودية الرئيسية وبين الروافد inter fluves كحافات ونتوءات بارزة Ridges and Spurs وتمثل قممها مناطق لتقسيم المياه (شكل ٧٢) كما تلتقى الروافد ببعضها فى زوايا حادة فتبدو الصورة العامة كشجرة متعددة الافرع •

شكل ٧٢ نمط تصريفى شجرى



---

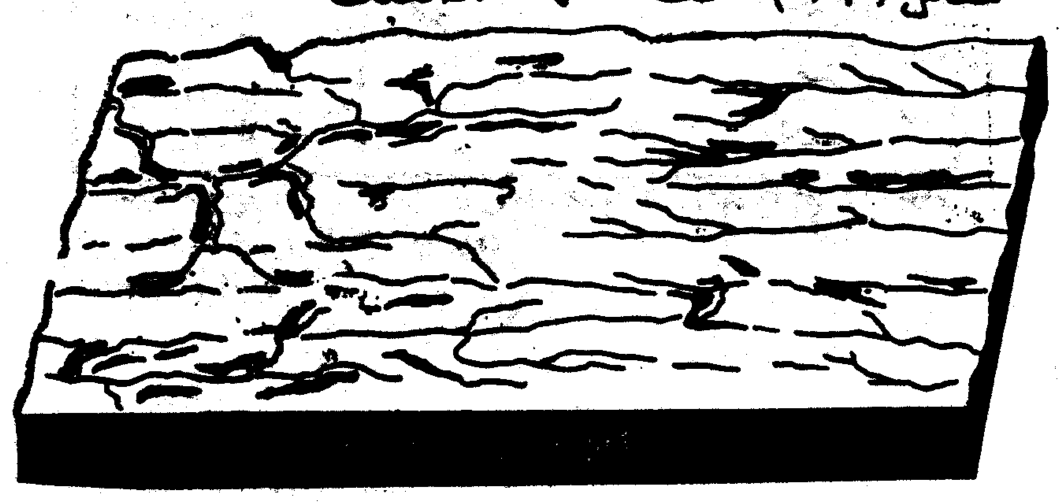
(١) يقصد بانماط التصريف المائى للانهار الشكل العام الذى يظهر به النهر مع روافده بروافدها المختلفة ، وتتوقف هذه الانماط على عدة عوامل مثل الانحدار ، البنية ، التطور الجيولوجى والجيومورفولوجى لحوض النهر .

٢ ـ النمط المشبك Trellis patters :

يظهر هــذا النمط فى منطقة تتعاقب فيهـا صخور صلبة مع صخور لينة Friable تميل مع بعضها فى اتجاه واحـد متعامدة على اتجاه الحدار النهـر الرئيسى (التابع Consquent) وتمتد الروافد بفعل النحت التراجعى head ward erosion فى صخور ضعيفة وتتحول الى أودية متسعة وتبدو الصخور الصلبة فى شكل حافات Escarpments أو تلال فقارية وتلتقى هـذه الروافد بالنهر الرئيسى فى زوايا قائمـة (شـكل ٧٣) وتسـير فى موازاة خط المضرب Strike بينما تتمشى الروافد الثانوية فى موازاة النهر الرئيسى • وتوجد أمثلة لهذا النمط من التصريف النهرى فى جنـوب شرق انجلترا حيث تتعاقب طبقـات صلصالية لينة مع طبقات جيرية وطباشيرية صلبة وكذلك فى الجـزء الشرقى من حوض باريس فى فرنسـا حيث يعرف بأرض الحافات والوهاد وفيها يجرى نهر السين وروافده فوق تكوينات صخرية غـير متجانسة التركيب(١) •

ومن أنماط التصريف النهرى الأخرى التصريف النهرى الشائك Barbed حيث تتصل فيه الروافد بالنهر الرئيسى فى المنابع العليـا

شكل (٧٣) نمط التصريف المشبك



(١) جودة حسنين جودة ، المرجع السابق ، ص ٢٣٧ •

بانحناءات واضحة وهذا النمط قليل الانتشار ، والتصريف النهـــرى المستطيل Rictangular حيث تبدو فيه أثر الصدوع والمفاصل فى أخذ النهر الرئيسى انحناءات قائمـــة الزاوية ويظهر ذلك فى مناطق عديدة مثل سواحل شـــبه جزيرة اسكندناقيا كما تلتقى به روافده فى صورة زوايا قائمة والتصريف النهرى المقلقل Deranged فى المناطق حديثة التكوين حيث تبدو المجارى المـــائية غير منتظمة فى جريانها وتكثر بها الانحناءات والمستنقعات (٢) وهناك نمط التصريف المتطبع حيث تختفى عادة رواسب لسطح الأولى الذى نشأ عليـــه التصريف أصلا وتمثل مقاطعة وسكس أوضح نموذج لهذا النمط من التصريف (شكل ٧٤) .



التصريف المتطبع فى وسكس تمثل الخطوط المتقطعة إعادة تكوين المجارى الأنهار السابقة (عن وولدرج ولينتون)
شكل (٧٤)

---

(٢) محمد صفى الدين أبو العز ، المرجع السابق ، ص ١٩٧ .

سادسا : الأودية النهرية وعلاقتها بالصور البنائية :

الواقع أن الحركات الأرضية الأفقية والرأسية هي المسئولة عن تكوين الأسطح الأرضية الأولية Initial Landforms كالجبال والهضاب والسهول والبحيرات وغيرها واذا ما حدث أي تغير في منسوب أي جزء من هذا السطح تبدو عمليات التعرية فورا في القيام بدورها لتبدأ دورة تعرية erosion cycle قد تتعاقب بعدها دورات تعرية أخرى •

وتتمثل التراكيب الجيولوجية أساسا في الالتواءات ، الصدوع ، المفاصل ، البناءات القبابية والمخروطية •

١ — الأودية النهرية في مناطق الالتواءات : وتتمثل أساسا في :

(أ) أودية الالتواءات المحدبة Anticlinal Valleys :

حيث يقتفى الوادى أثر محور الطية الذى يعتبر أضعف أجزاءها وعادة ما يكون هذا الوادى واديا تاليا وطوليا — Subsequent Longitudinal يجرى موازيا للنهر التابع الطولي الذى يمتد على طول الطية المقعرة راجع (شكل ٢١) •

(ب) أودية الالتواءات المقعرة Synclinal Valleys :

حيث يجرى النهر على طول محور الطية تتصل به روافد تمثل أنهارا تالية تتعامد عليه وتتراجع بسرعة نحو قمم الطيات المحدبة التى تعد أضعف أجزاء الطية نتيجة لما تتعرض له من شد كرو فعل لحركة الالتواء وقد يساعد ذلك على سرعة عمليات النحت التى يقوم بها النهر التالى الطولى(١) ويصبح منسوبه أقل من منسوب النهر التابع المتمشى مع محور الطية المقعرة •

---

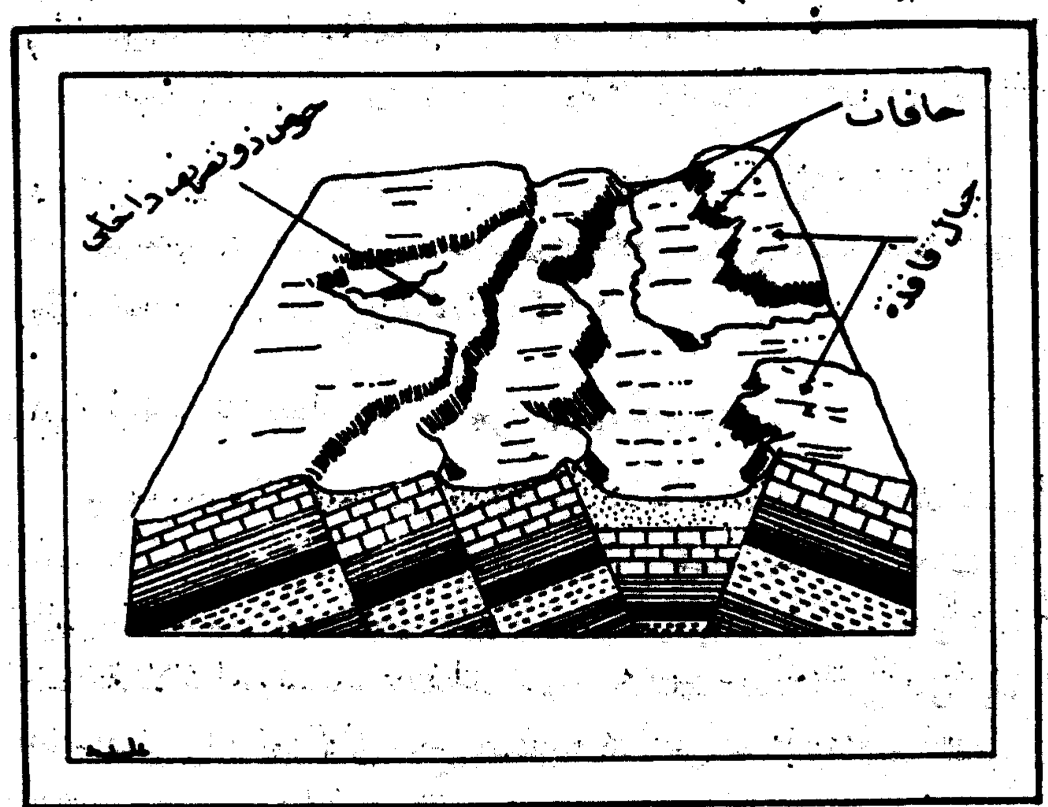
(١) جودة حسنين جودة ، المرجع السابق ، ص ٢٤٤ .

(جـ) أودية الالتواءات المنفردة .Homoclinal V

وهــذه الأودية تتمشى عادة على امتداد جوانب الالتواء المنفرد فى محازاة خط المضرب Strike •

٢ ــ أودية الصدوع Faults Valleys والمفاصل :

عادة ما تعكس نمط التصريف النهرى المستطيل سابق الذكر حيث يجرى الوادى الرئيسى على طول امتداد خط الصدع بينما تتمشى الروافد التالية مع خطوط الصدوع العرضية المتعامدة عليه تلتقى به فى زوايا قائمة ، وهنــاك أجزاء من وادى النيــل فى مصر تجرى وسط منطقة صدعية مثلما الحال فى القطاع الممتد من نجع حمادى الى أســيوط • وكذلك القطاع من نهــر الراين فيما بين مرتفعات الفوج فى فرنســا والغابة السوداء فى ألمــانيا الغربيــة والعديد من الأودية غرب الولايات المتحــدة (شكل ٧٥) •



شكل (٧٥) أثر التصدعات بالحوض العظيم بالولايات المتحدة

وأما أودية المفاصل فهى عادة ما تكون قصيرة كما أن المفاصل قد تحدد أجزاءا قصيرة من القطاعات الطولية لبعض الأودية •

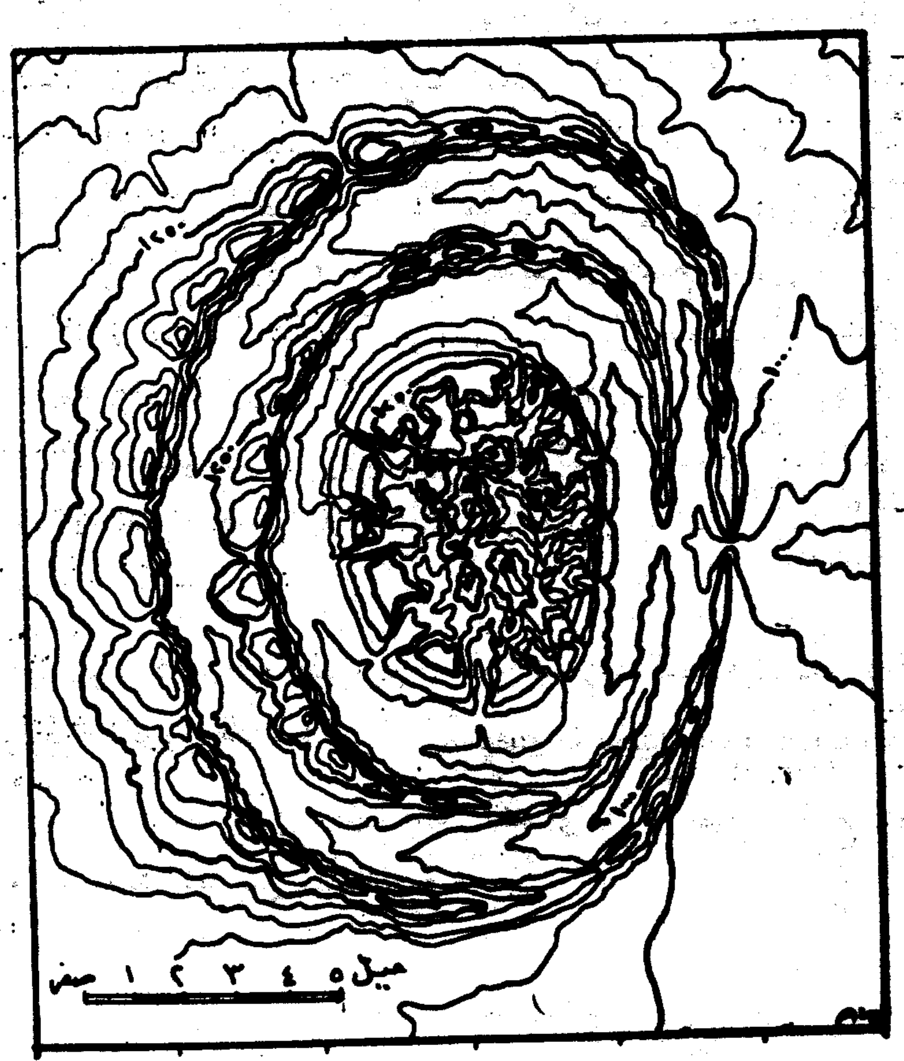
٣ ــ أودية البناءات القبابية والمخروطية :

يرتبط بالتراكيب القبابية والمخروطية أنمــاط التصريف النهــرى المتشعع Radial Drainage حيث تنحدر الأنهــار من القمم العليــا للقباب والمخاريط البركانية ونتيجة لشــدة الانحــدار يزداد نشــاط هــذه الأودية فى النحت حيث تبــدأ دورة التعرية النهرية فوق مثل هــذه المخروطات Cones بنحت شــديد فى جسم المخروط البركانى مثلما الحال فى مخروط جبل شستا[1] فى سلسلة مرتفعات كسكيد بالولايات المتحــدة (راجع شكل ١٥) ومن مناطق التصريف المتشعع فوق أسطح القباب النارية قبو هنرى بولاية يوتاه الامريكية • ويعتبر جبل العوينات فى مصر فى أقصى جنوب غرب الصحراء الغربية اقليما لنظــام مائى متشعع •

ويبدو شكل (٧٦) مظهرا من مظاهر التعرية النهرية فى قبو جبلــى مع وضوح العروق الجبلية mountai ous Dome hogbacks

لاحظ مدى تقطع قمة القبو ويمــكن تتبع تراجع خطوط الكنتور لتحديد الجريان المــائى •

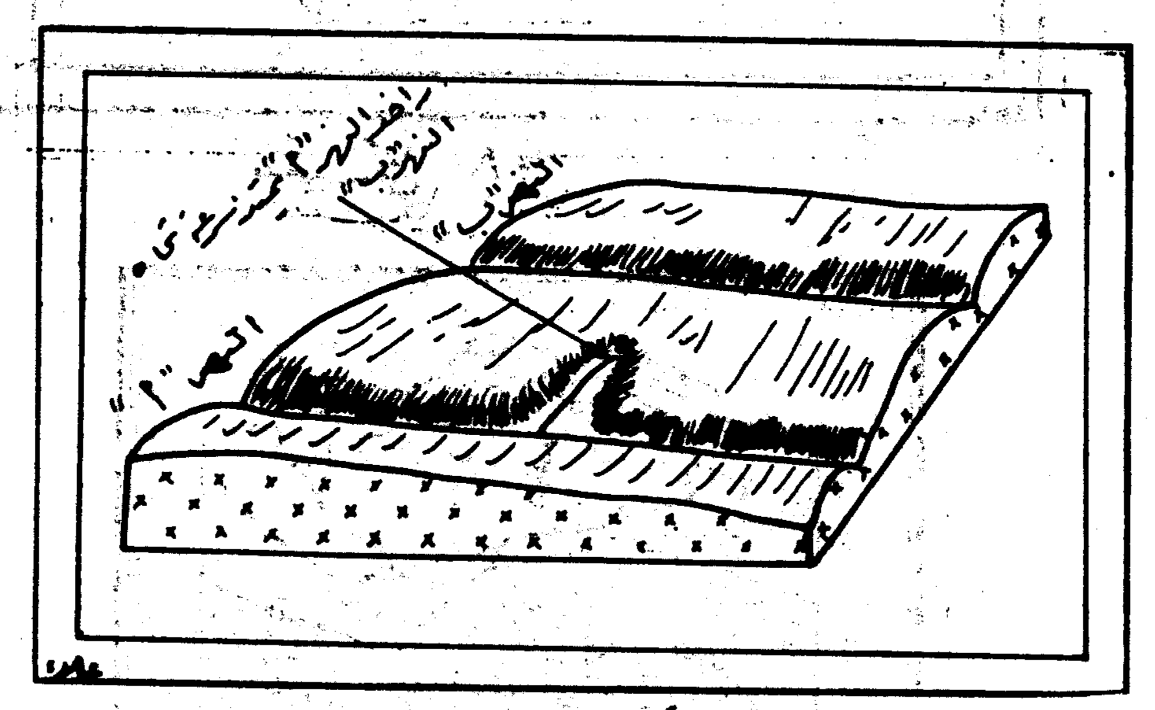
(١) المرجع السابق ، ص ٣٤٧ •



شكل (٦-٧) قباب جبلية مع حافات فقرية

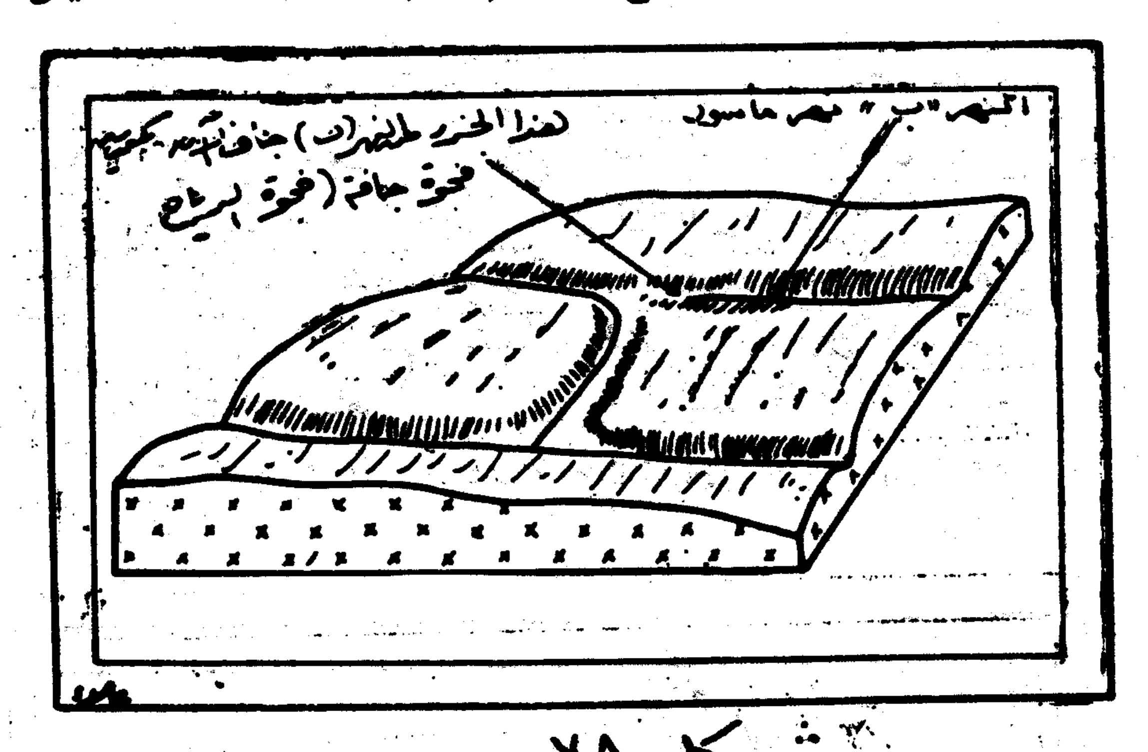
سابعا : ظاهرة الاسر النهرى River Capture :

يوضح الشكل (٧٧) كيف تتم عملية الأسر النهرى فيتضح منه أنه بعد أن أسر رافد النهر « آ » المنابع العليا للنهر « ب » فان الجزء المأسور Beheaded من هذا النهر قد ضمر وانكمش وأصبح لا يتناسب مع وادية ويطلق عليه النهر الضامر Misfit River ومن الملاحظ أن النهر « ا » أقوى وواديه أكثر عمقا من النهر « ب » ومن الشكلين (٧٧ ، ٧٨) تتضح الظاهرات الجيومورفية الرئيسية المرتبطة بعملية الاسر النهرى مثل كوع الاسر Elbow Capture وفجوة الريح wind gap والنهر الضامر .



شكل (٧٧)

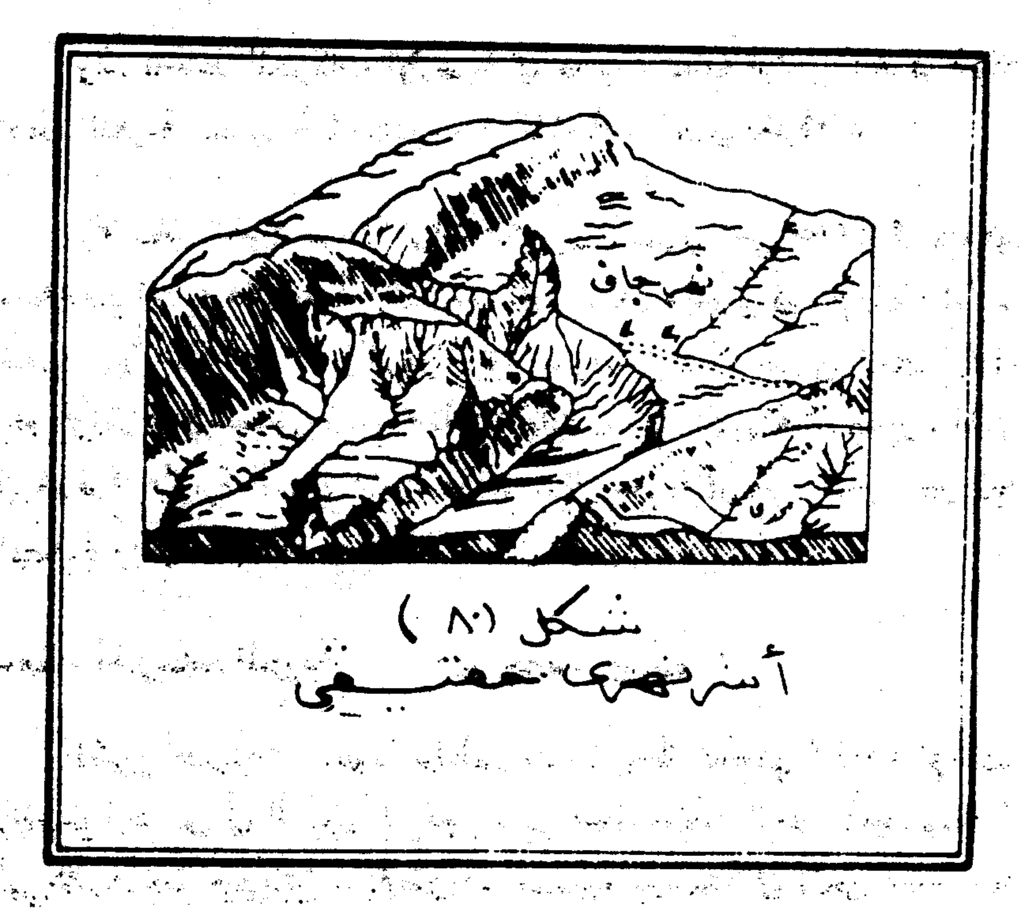
ويوضح الشكل (٧٩) أسر نهرى وشيك يلاحظ منه ضيق منطقة تقسيم الميـــاه كذلك يوضـــح الشكل (٨٠) الأسر النهـــرى الحقيقى



شكل ٧٨



شكل (٧٩)
أسر نهرى وشيك



شكل (٨٠)
أسر نهري حقيقي

actual beheading والمجرى «ا» يمثل القناه الاولى للنهر المأسور(١) .

والحقيقة أن الأسر النهرى يتم بفعل النحت التراجعى erosion headward – فى حالة ما اذا جرى نهر قوى على أحد جانبى منطقة تقسيم مياه تتميز صخورها بليونتها عكس الجانب الأخر الذى يتميز بصخور صلبة كما قد تكون شديدة الانحدار مما يساعد النهر فى زيادة معدلاته من النحت وتراجعه بسرعة نحـــو المنبع وباستمرار هـــذا التراجع يستطيع النهر الأسر Capturing Stream أن يأسر أجزاءا من الأنهـــار الأخرى المجاورة التى تعمل لمنسوب أعلى من منسوب قاعدة النهر الرئيسى(٢) .

---

(1) Gorshkov. G D Yakushova., Physical Geology., unslaled from the Russian by shiffer. V., Moscow., 1977, p 218.

(٢) حسن سيد أبو العينين – المرجع السابق ص ٣٩٥ .

وقد تساعد الحركات الأرضية فى حدوث عملية الأسر النهرى كذلك تعمل التعرية الجليدية فى حدوث عمليات أسر نهرى طارئة .

وهنـــاك العديد من ظاهرات الأسرى النهرى التى حدثت فى مناطق عديدة من العالم مثل حالة الأسر بين نهر النيجر وبنوى فى نيجيريا والأسر النهرى بين نهر كايوارا وكاروروى فى نيوزيلندا حيث يجرى النهر الأول وهو الأسر فوق صخور ضعيفة تأثرت بالتصدعات العنيفة ، وجدير بالذكر أن ظاهرة الأسرة النهرى تميز معظم أنهار قارة افريقيا بسبب صورتها الهضبية وسواحلها الضيقة .

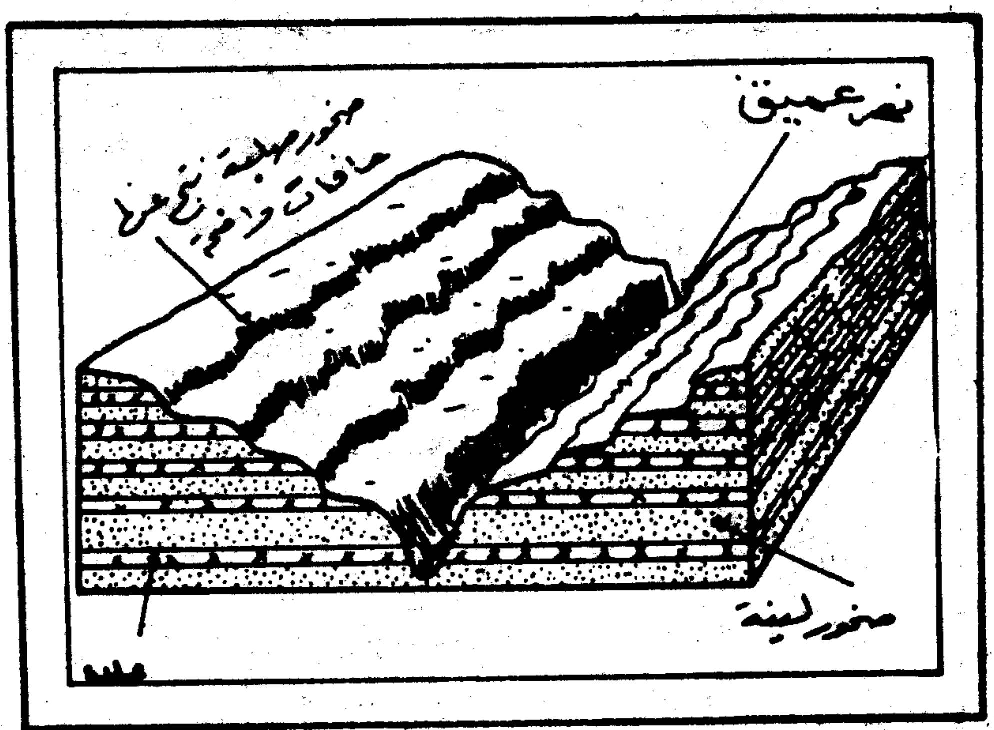
ثامنا : المدرجات النهرية River Terraces :

تتكون المدرجات النهرية وتظهر معالمها بفعل عمليتى النحت الرأسى والنحت الجانبى فى السهل الفيضى للنهر عندما ينحت النهر رأسيا ويترك على كلا جانبيه مدرجين يرتفعان عن منسوبه ويبـــدأ فى تكون منعطفاته على حساب تراجع المدرجين بعيدا عن قناة النهر ليبدأ فى إلترسيب مكونا ســـهلا فيضيا جديدا أقل منسوبا من المدرجين السابقين . وترجع هـــذه العملية فى الواقع الى حركة اعادة شباب قد ترتبط بتغيرمستوى القاعدة level baselevel حيث ينخفض منسوبه فيجنح النهر الى النحت وبتكرار هذه الحركة من اعادة الشباب Rejuvenation تظهرسلسلة من المدرجات النهرية الموازية للنهر على كلا جانبيه عادة ما تتكون من رواسب طميية وحصوية والأخيرة تغطى سطح المدرج النهرى .

وتبدو المدرجات النهرية فى الخريطة الكنتورية بحيث تتسع وتتباعد خطوط الكنتور فوق سطح المدرج بينما تقترب عند حافته كما هو واضح من الشكل (٨١) حيث تظهر سلسلة من المدرجات السلمية .

وتوجد فى نهر النيل فى مصر ثلاث مجموعات من المدرجات النهرية ترجع فى نشأتها الى توالى عمليات النحت والارساب المرتبطة بالذبذبات

التى انتابت منسوب البحـــر المتوسط خلال البليوسين والبليستوسين أخفضها وأحدثها عمرا عند منسوب ٣ متر وأعلاها عند منسوب ١٥٠ مترا فوق مستوى السهل الفيضى ٠



شكل (٨١) تعميق الوادى بالنحت الرأسى بصورة أسرع من عمليات التوسيع

تاسعا : الثنيات المتعمقة Incised Meanders :

[1] تنشأ هـــذه الظاهرة عندما يحدث للنهر تجديد فينحت رأسيا هـ ســهله الفيضى وقد يصل بنحته الى صخور الأساس **Basement Rocks** وتتميز جوانب المنعطفات المتعمقة بشدة أنحدارها واذا تماثلت الجوانب فى درجـــة انحدارها يطلق على الثنية أو المنعطف « الثنية الخندقيـــة **intrenched meander** أما اذا لم تكن الجوانب متماثلة فى انحدارها فيطلق عليهـــا **Ingrown meander** (ثنية غير متماثلة الجوانب) ٠

---

(١) أوقد تنشأ عن تغيرات مناخية محلية مثل مدرجات النوبة فى مصر والتى ارتبطت بتغيرات المناخ فى البليستوسين أو قد ترجع الى حركات أرضية تصيب أجزاءا من مجرى النهر مما يؤدى الى زيادة النحت الرأسى ٠

ويوضـــح شـــكل (٨٢) الثنيات الخندقية لنهـــرى ما هوننج Mahoning على اليســـار وردبانك

الهضبة الأبلاشية فى ولاية منسلفانيا بالولايات المتحدة .



شكل (٨٢) الثنيات المتعمقة لنهري ماهوننج وردبانك

ويمكن من الشكل السابق أن نلاحظ ما يلى :

١ — آثار اقتطاع ثنية فى نهــر ماهوتنج حيث توضحها خطوط الكنتور المتقطعة •

٢ — شدة اقتراب خطوط الكنتور عند الثنيات الخندقية مما يعكس شدة انحدار جوانبها وتماثلها فى درجة الانحدار •

٣ — أن الفارق الرأسى بين أعلى نقطة على الخريطة ومســتوى الواديين نحــو ٦٠٠ قدم مع ملاحظــة أن الفاصل الكنتورى بالخريطة ١٠٠ قدم •

كما يظهر من الشكل (٨٣) وضوح المظهر الخانقى لقطــاع من نهر أعيد شبابه وبرزت على جانبيه مدرجات جانبية صخرية •



شكل (٨٣) إعادة الشباب لقطاع نهري

عاشرا : النهر المتعادل Graded Stream

يمكن اعتبــار النهر متعادلا عنــدما تستطيع تحقيــق التوازن equilibrium بين النحت والارساب وعادة ما يجاهد أى نهر لكى يكون له انحدار منتظم يسمح لمياهه بسرعة وقوة تكفى لنقل حمولته من الرواسب وليس أكثر من هــذا •

ويرى ماكين J. H. Mackin أن النهر المتعادل هو النهــر الذى استطاع تكييف مجراه وانحــداره على مدى فترة زمنية لكى يسمح بسرعة معينة يستطيع من خلالها نقل حمولته من الرواسب التى اشتقها من حوض تصريفه المــائى فى ظل خصائص مجراه وتصريفه المــائى وأى تغيير يطرأ على عامل من العوامل التى تتحكم فى توازنه تؤدى الى الاخلال بهذا التوازن ويجنح النهر بالتالى الى النحت أو الارساب[1].

ويأخذ القطاع الطولى للنهر المتعادل شكل قوس مقعر الى أعلا بسـيطا تجاه المنبع ويقــل الانحــدار تجاه المصب Downstream حيث يزداد التصرف Discharge تبعا لاتســاع القنــاة المــائية فى هــذا الاتجاه .

ويوضح (شكل ٨٤) رسم تصويرى يبين كيف كان الوضع الأصلى لمجرى نهــر من منبعه الى مصبه حيث توجــد المندفعات والبحيرات واستطاع النهر التغلب على هــذه العقبات ومحاولة خلق التعادل فى مجراه كما فى القطاعات الطولية المرتبطة بهذا الشكل ــ لاحظ علاقة هذه القطاعات الطولية بمستوى القاعدة المتمثل هنا فى مستوى سطح البحر .



شكل (٨٤) النهر المتعادل

(١) محمد صفى الدين ابو العز ، المرجع السابق ، ص ١٦٥ .

الفصـــــل الخامس

الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية بفعل الرياح

مقـــــدمة :

تتمثل أنواع السطوح الصحراوية ــ وهى البيئة الرئيسية للتعرية الهوائية ــ فيما يلى :

ــ الصـــحراء الرملية Sandy Desert :

تسمى العرق فى الصـــحارى العربية ويطلق عليها فى صـــحارى تركستان الكوم ـــ وهى عبارة عن ســـهول رملية متموجة نتجت عن الترسيب بفعل الرياح •

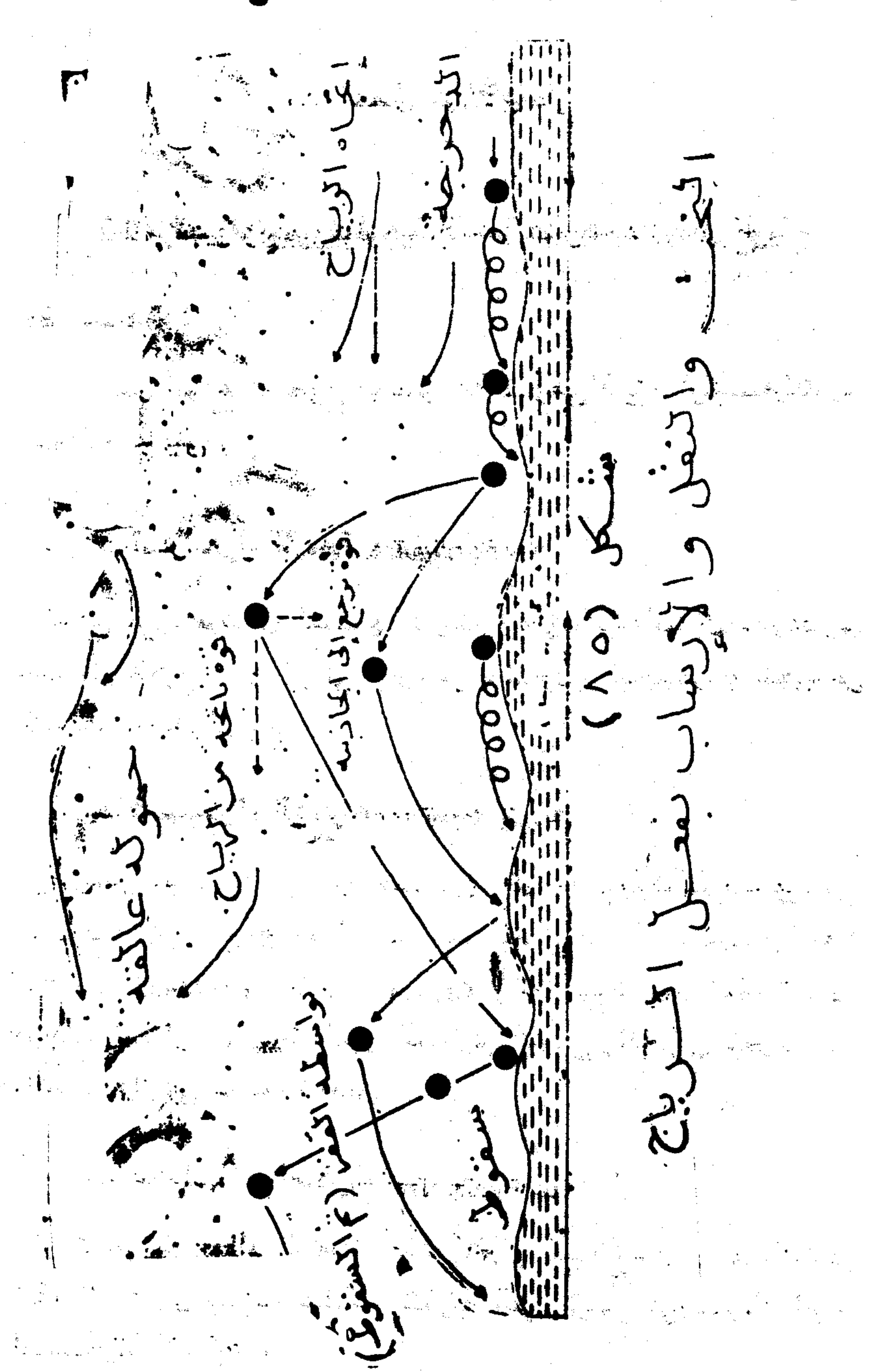
ــ الصـــحراء الحجرية Stony Desert :

يطلق عليهـــا سرير فى صـــحارى كل من مصر وليبيـــا وتسمى بصـــحراء الرق Reg فى الجزائر حيث يغطى ســـطح الصـــحراء هنا بجلاميد Boulders وحصى، Gravels وكلها نتجت عن التغيرات فى درجات الحرارة ــ حيث المدى الحرارى اليومى والسنوى كبير بسبب التطرف المناخى فى تلك المناطق •

ــ الصـــحراء الصخرية Rocky Desert :

تسمى بصحراء الحمادا حيث يتكون السطح الصخرى العارى لهذه الصحارى بسبب عمليات التذرية التى تؤدى الى تحريك المواد الصـــخرية السائبة •

أولا : الظاهرات الناتجة عن النحت بفعل الرياح :



شكل (٧٥) الحت والنقل والإرساب بفعل الرياح

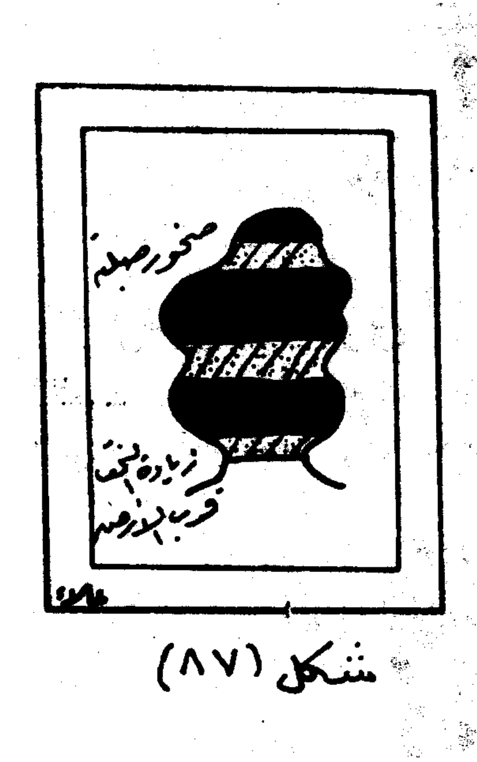
تقوم الرياح بنوعين من النحت حيث ترتفع الرواسب السائبة فى الهواء أو تتدحرج على الأرض وتسمى هذه العملية بالتذرية Deflation شكل (٨٥) وعندما تحرك الرياح حمولتها من الرمال والحصى فانها تؤدى الى برى السطوح الصخرية وتشكلها فى ظاهرات متميزة تتمثل أهمها فيما يلى :

١ — الموائد الصحراوية (الصخور الارتكازية) Rock pedestals

وهى كما تبدو من شكل (٨٦) عبارة عن كتلة صخرية تتكون من طبقات صلبة متعاقبة مع صخور لينة ويبين الشكل (٨٧) تعرض الصخور الصلبة للبرى بمعدل أقل بكثير من تعرض الصخور اللينة خاصة التى تكون أكثر قربا من سطح الأرض المحيط بها .



شكل ٨٦



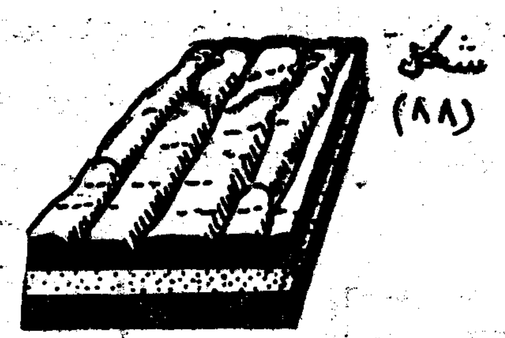
شكل (٨٧)

٢ — ظاهرة الزيوجين Zeugens :

تؤدى عملية البرى Abrasion التى تقوم بها الرياح وما تحمل من معاول الهدم من رمال وحصى — فى المناطق الصحراوية التى تظهر

فيها صخور صلبة مرتكزة فوق صخور لينة الى ابراز مظهر تضاريسى يتمثل فى حافات صلبة منفصلة عن بعضها تتميز بتسطح قممها تمتد فى موازاتها قنوات غائرة Furrows ويطلق على الحافات الطولية المتوازية الزيوجين أو الشواهد الصحراوية حيث تتوغل الرياح فى المفاصل والشقوق الصخرية وتنحت الصخور اللينة وقد يصل ارتفاع الزيوجين أكثر من مائة قدم •

ويمكن من ملاحظة الشكلين (٨٨ ، ٨٩) والشكل (٩٠) تتبع المراحل التى تمر بها عملية البرى التى تؤدى الى ظاهرة الزيوجين •



شكل (٨٨)

تؤدى التجوية إلى زيادة اتساع الفواصل

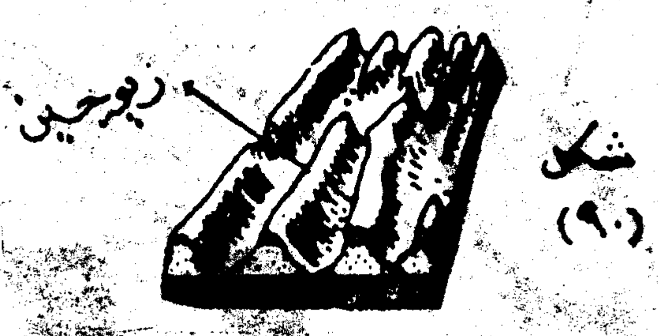
(شكل ٨٨) يوضح أثر التجوية فى فتح ثغرات خلال المفاصل الصخرية Joints وهى عادة تجوية ميكانيكية ناتجة أساسا عن التغيرات الحرارية التى تشهدها الصحارى الحارة فى العالم •



شكل (٨٩)

يوضح شكل (٨٩) تضافر عملية البرى بفعل الرياح مع التجوية فى توسيع القنوات الغائر Furrows فى الصخور اللينة وتكوين ظاهرة الزيوجين •

يوضح (شكل ٩٠) برى الرياح للشواهد الصحراوية بمعدل محدود مع توسيع القنوات الغائرة ويتراوح ارتفاع الزيوجين بين ١٠ و ١٢٠ قدم •



شكل (٩٠)

٣ ـ ظاهرة الياردنج Yardings :

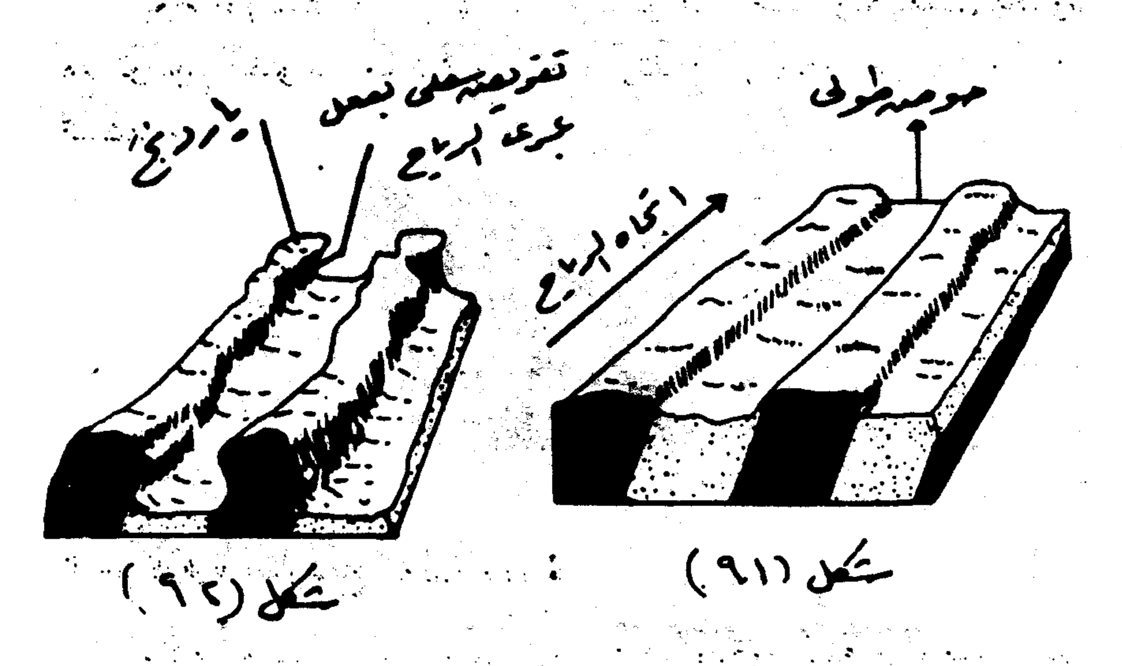
عندما توجد صخور صلبة متوازية مع صخور لينة فى وضع رأسى وتتعرض للرياح السائدة فى المناطق الصحراوية نجد أن الصخور الصلبة تبدو شامخة كأشرطة صخرية ـ اذا صح التعبير ـ ترتفع الى خمسين قدم يطلق عليها الياردنج وهذه الظاهرة كثيرة الانتشار فى صحارى وسط آسيا وفى صحراء أتكاما بأمريكا الجنوبية •

وشكل (٩١) يوضح أثر الرياح فى تكوين ظاهرة الياردنج كما يبين شكل (٩٢) المرحلة النهائية فى تكوين هذه الظاهرة وكثيرا ما توجد هذه الظاهرة فى الصحارى المعروفة بالحمادة •

٤ ـ ظاهرة الكدوات Hammocks :

تظهر فى المناطق الصحراوية التى ينتظم فيها هبوب الرياح من اتجاه محدد حيث يتحول سطح التكوينات الفيضية المكونة فى بعض البقاع الصحراوية والتى تتماسك تكويناتها المتراكمة حول بعض الشجيرات

التى تنمو فى الاقاليم الصحراوية كالأثل والأكاسيا وغيرهما الى مظهر تضاريسى عبارة عن سلسلة من الحفر الطولية التى تبرز بينها ضلوع طولية مستوية السطح يصل ارتفاعها أحيانا الى بضعة أمتار يطلق عليها الكدوات •



شكل (٩٢)   شكل (٩١)

٥ — المنخفضات الصحراوية Depressions :

تلعب الرياح دورها فى حفر المنخفضات الصحراوية متضافرة مع العديد من عوامل التعرية الأخرى كالأمطار والمياه الجوفية كما أن بعض المنخفضات نشأت بفعل الرياح وحدها حيث يتوقف نحتها عند مستوى سطح المياه الأرضية الذى يمثل مستوى القاعدة بالنسبة لعملية الحفر بفعل الرياح كما يتضح ذلك من الشكل (٩٣) •

ويرى بعض الباحثين والجيولوجيين أمثال جون بول J. Ball وبيدنل Beadnell أن الرياح قد لعبت دورا رئيسيا فى حفر منخفضات الصحراء الغربية فقد رأى بول أن الرياح تستمر فى عملها فى تعميق المنخفضات عن طريق النحت الرأسى حتى تتوقف عند حد معين تعمل عنده الطبقات المشبعة بالمياه الجوفية على توقف هذه العملية وعلى



شكل (٩٣)

هـذا نجد أنه كلما تزايد العمق قلت المساحة المحفورة وتناقصت بالتالى المواد المزالة وهـذه القاعدة فى الحفـر تنطبق على كل منخفضـات الصحراوية والسبب الرئيسى فى ذلك يرجع الى أن الطبقات الصخرية يزداد تشبعها بالمـاء بمعدل واضح بالتعمق والاقتراب من المسـتوى الدائم للمياه الأرضية كما يرى بول كذلك أن الرياح مسئولة عن ظاهرة تراجع الحافات Escarpment recession التى تتعاقب فيها الطبقات الصلبة مع الطبقات اللينة مثل تكوينات مرمريكا الجيرية الصلبة التى ترتكز على تكوينات مغره الهشة مما ساعد على حفر منخفض القطارة .

وحقيقة الأمر أن الرياح وحدها لا يمكنها القيام بحفر مساحات واسعة وعميقة فى صخور صلبة متماسكة الا اذا ساعدتها فى ذلك عوامل أخرى أقوى أثرا من الرياح مثـل المياه الجارية والحركات التكتونية بالاضافة الى موقعها فى المناطق الانتقالية بين التكوينات الجيولوجية حيث الضعف فى التراكيب الجيولوجية وقد أشار الى ذلك كل من كنتش ويللوز كما يرى بلانكنهورن أن الحركات الصدعية لعبت دورها فى حفر المنخفضات خاصـة منخفض الخارجة مستدلا بشكله الطولى على صدق نظريته .

ولذلك فهذه المنخفضات الصحراوية الضخمة التى يزيد مساحة بعضها على بضـــعة آلاف من الكيلو مترات المربعة تختلف كثيرا عن حفر التذرية Deflation Hollows التى تتمثل فى حفر يتراوح قطرها ما بين أمتار قليلة ونحــو الكيلومتر وأعماقها عادة لا يزيد على بضعة أمتار وتظهر هــذه الحفر فى أقاليم سهلية فى مناطق ذات مناخ جاف خاصـــة فى المناطق الخالية من النباتات وقد تؤدى الأمطار الى تكوين بركة أو بحيرة داخل الحفر وحيثما يتبخر المــاء يجف القاع الطمى ويتشقق وتتكون كريات صـــغيرة Pellets من الطمى الجاف لا تستطيع الرياح نقلها(١) .

وتسمى حفر التذرية هــذه فى صـــحارى منغوليا بالبانج كيانج Bang kiang وهى هنا عبارة عن أحواض كبيرة وسط تكوينات رملية تزيد أقطارها على سبعة كيلو مترات ويتراوح عمقها بين ٦٠ و ١٠٠ متراً وقد كان كل من موريس وبركى أول من درس هذه الظاهرة واعتقدا أنها من صنع الرياح وحدها(٢) .

٦ — الجزر الجبليـــة Inselberg :

بعد فترة طويلة من عمليات النحت المتصل تتصل المنخفضات ببعضها ويصبح كل ما يتمثل من ظاهرات متبقية على السطح الأصلى للصحراء عبارة عن كتل صـــخرية عمودية Pillar - Like rocky masses تتميز قممها بالاستدارة وهــذه الظاهرة قد تكون نتيجة للتعرية بفعل الرياح أو بتضافر الرياح مع المياه فى عمليات النحت ، وتنتشر الجزر الجبلية فى صحراء كلهارى وأجزاء من صحراء الجزائر وفى شمال غرب نيجيريا . ويمكننا اعتبار جبل العوينات ضمن هــذه الظاهرات حيث نحتت المناطق المحيطة به من صخور أقل صلابة كما ازيل الغطاء الرسوبى من فوقه

---

(1) Strah ler, A.N and Sirahler , A.H., Modern physical Geography, New York 1978 . p 327.

(٢) محمد صفى الدين ، المرجع السابق ، ص ٢٨٢ .

لتظهر التكوينات النارية بارتفاع أكثر من ١٥٠٠ متر • كما يمكن اعتبار التلال المنعزلة isolated hills داخل منخفض الواحات البحرية جزرا جبلية ومنها جبل منديشة والحفهوف (شكل ٩٤) وان كانت تختلف فى نشأتها عن الجزر الجلبية بمفهومها السابق — فهى تلال متبقية من قبو البحرية السابق لنشأة المنخفض •

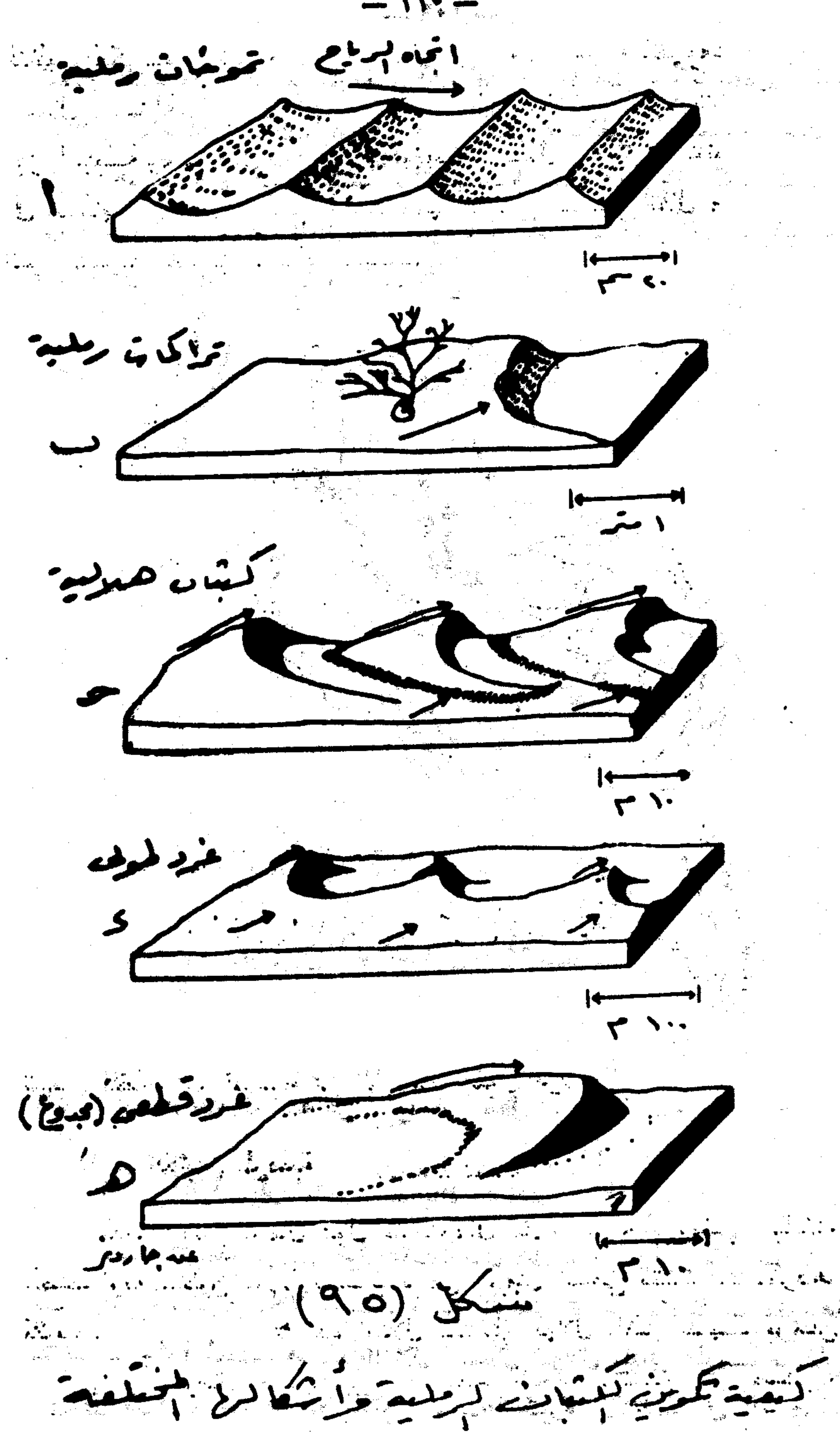


شكل (٩٤)
منخفض الواحات البحرية

ثانيا : الظاهرات الناتجة عن الارساب بفعل الرياح :

١ — الكثبان الرملية Sand Dunes :

عندما تتجمع الرمال حول عقبات مثل كتل صخرية أو بعض النباتات الصحراوية فتكون تلالا صغيرة من الرمال تسمى كثبانا — مفردها كثيب — واذا أخذت هذه التلال شكل الهلال يطلق عليها برخان Barchans ومثل هذه الكثبان نجدها كثيرة الانتشار فى الصحراء

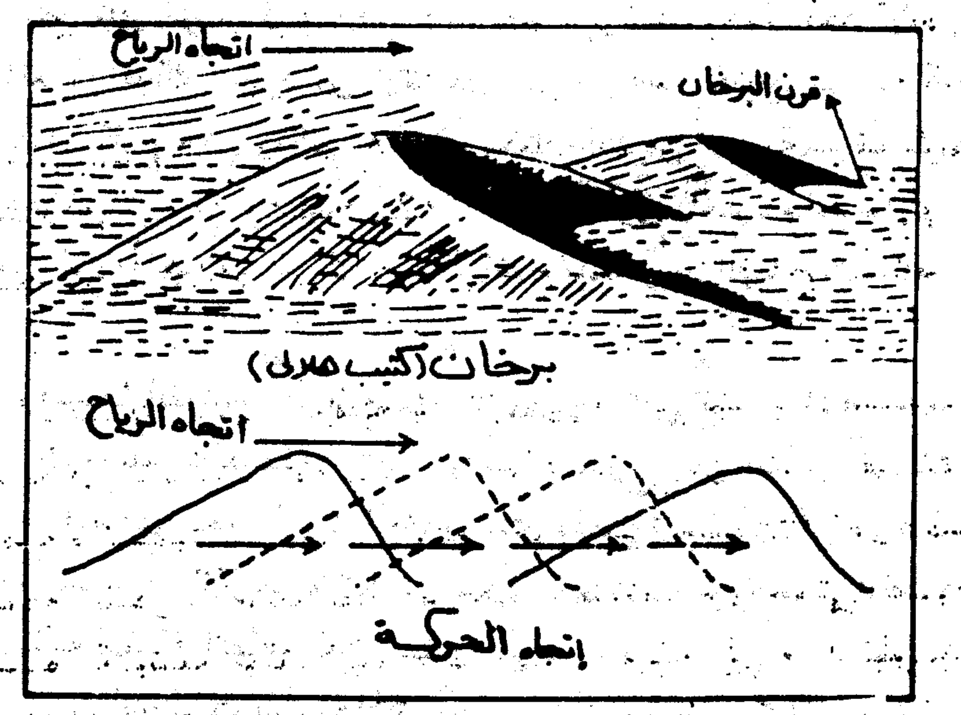


شكل (٩٥)

كيفية تكوين الكثبان الرملية وأشكالها المختلفة

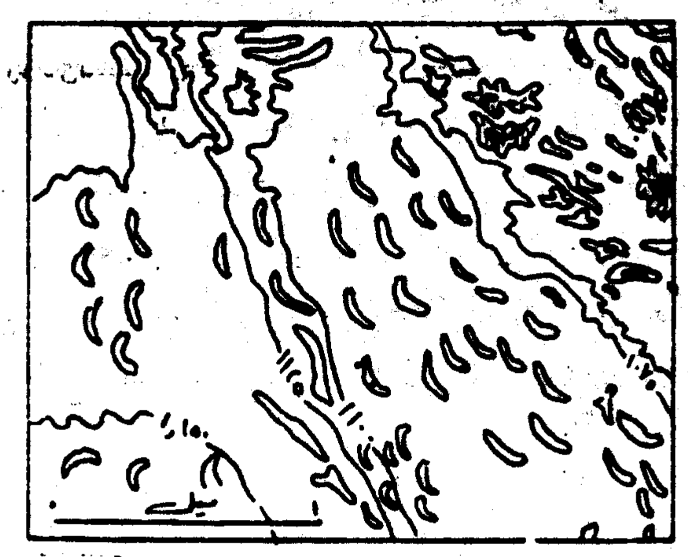
الكبرى فى افريقيا وصحارى وسط آسيا وغيرها وقد يظهر الكثيب الرملى منفردا أو فى مجموعة يطلق عليها مستعمرة كثيبية **Sand Dune colony** وقد تؤدى الرياح أحيانا الى تقسيم الدخان الى كثبان طولية **Ridge type Dunes** يطلق عليها السيوف الرملية **Seifs** يصل ارتفاعها عادة الى مئات من الأمتار وتمتد أحيانا الى عشرات الكيلو مترات (لاحظ من شكل ٩٥ كيفية تكون الكثبان الرملية وأشكالها) وأشهر الغرود الرملية غرد أبى محرك (أبى المحاريق) التى الجنوب من منخفض القطارة ممتدا لأكثر من ٣٥٠ كيلو متر حتى الواحات الخارجة كما توجد نمارج للسيوف الرملية فى صحراء ثار وصحراء غرب استراليا (شكل ٩٥ د) .

ويوضح (٩٥ د) الشكل النموذجى للبرخان الهلالى وعلاقته باتجاه الرياح كما يوضح شكل (٩٦) كثيب وأثر الدوامات الهوائية فى الجانب المظاهر للرياح فى تكوين الجانب المقعر شديد الانحدار من



شكل (٩٦) برخان في منطقة صحراوية

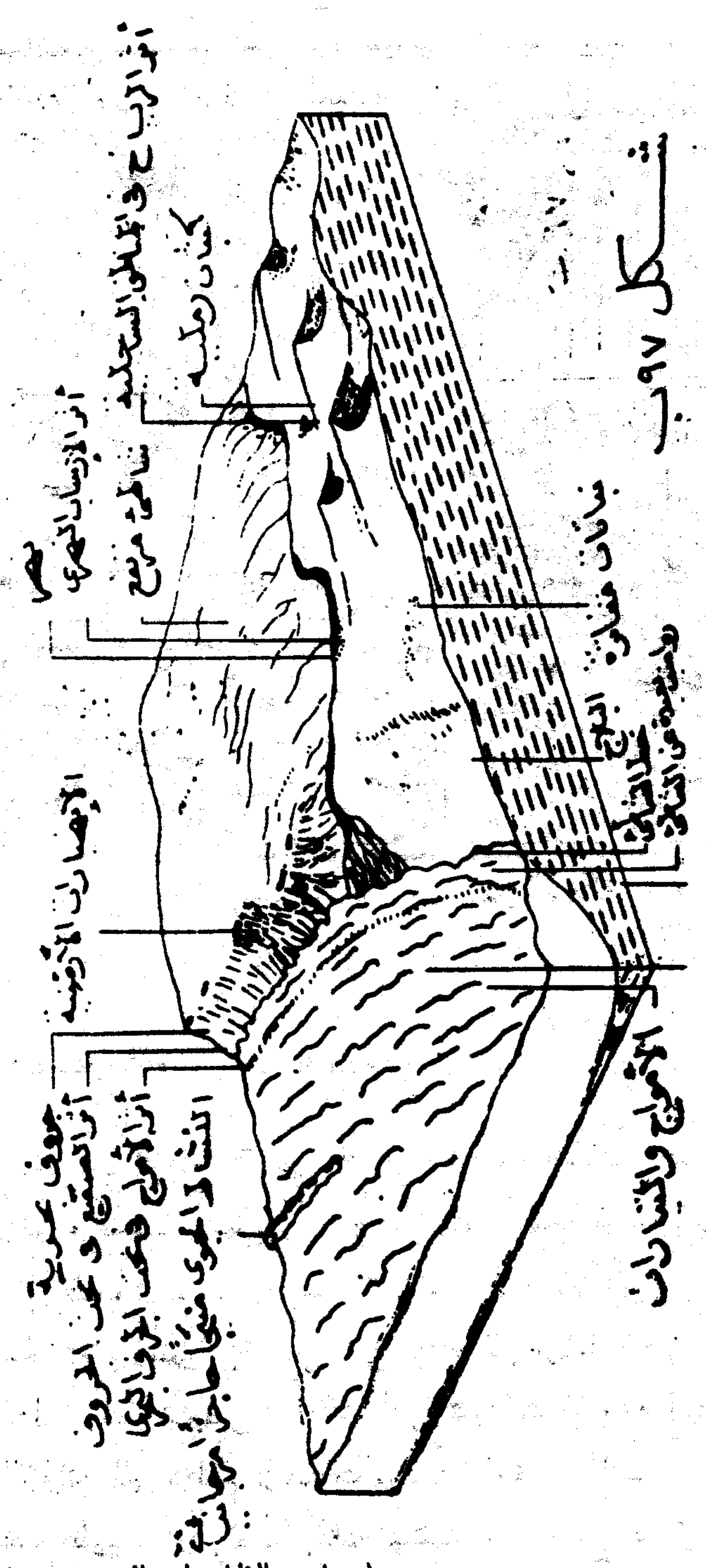
الكثيب • كمـا يوضح شكل (٩٧) خريطة كنتورية لمستعمرة برخانية لاحظ تقعر الجوانب من الكثبان الواقعة فى منصرف الرياح السـائدة •



شكل (٩٧أ) كثبان رملية هلالية

كما يظهر من شكل (٩٧ ب) مستعمرة برخانية بجوار أحد الأنهار والواقع أن هناك العديد من الأشكال التى تتخذها الكثبان الرملية كما يوضحها شكل (٩٨) ويظهر به أنواع مختلفة للكثبان الرملية تعرف عليها فيدروفيتش B.A., Fedorovich فى الصحارى الحارة والصحارى شـبه المدارية حيث يبدو الارتباط الواضح بينها وبين الرياح السائدة •

وهنـاك الفرشات الرملية Sand Sheets التى تترسب فى مساحات ضخمة فى مساحات ضخمة ويتميز سطحها بالتموج ومن أشهر الفرشات الرملية وأضخمها بحر الرمال العظيم الذى يغطى نحـو ٣٦٪ من جملة مساحة الصحراء الغربية ممتدا من جنوب منخفض سيوة حتى الحدود الشـمالية لهضبة الجلف الكبير جنوبا ويزيد عرضه على ٢٠٠ كيلو متر ويصل سمك الرواسب الرملية لأكثر من ٨٠ مترا فى بعض أجزائه ومعظمها قد اشتق من الصخور الجيرية الميوسينية فى الشمال •


جروف بحرية
أثر التصدع و نحت الجروف
أثر الأمواج في نحت الجروف البحرية
النشاط الحيوي منتجاً حاجزاً مرجانياً
الانهيارات الأرضية
مصب
أثر الإرساب النهري
شاطئ مرتفع
أثر الرياح في المناطق الساحلية
كثبان رملية
نباتات مقاومة
البلاج
خط الشاطئ
رواسب بعيدة عن الشاطئ
الأمواج والتيارات

شكل ٩٧ ب

أنماط الأشكال الرملية / ظروف الرياح	٣ الرمال المرجانية بالمناطق الداخلية	٢ الأشكال الرملية الصحارى المعتدلة	١ كثبان رملية بمناطق غير صحراوية
١ الرياح التجارية			
٢ الرياح الموسمية			كثبان هلالية
٣ رياح غير منتظمة			

شكل (٩٨) أشكال رملية مختلفة

٢ — رواسب اللويس Loess Deposits

تحمل الرياح المواد الترابية الدقيقة معلقة Suspended في الأجزاء العليا منها — خارج النطاقات الصحراوية بصورة مستمرة بعضها يترسب في البحار والبعض الآخر يترسب على اليابس حيث يتراكم مكونا ما تعرف بتربة اللويس وهي عبارة عن غرشات من مواد دقيقة ، وعادة ما ترتبط اللويس بالبيئات التي تعرضت للتعرية الجليدية والتي أدى الجليد الى تراكم ارسابات ضخمة دقيقة كالسلت ilt ومعظم رواسب اللويس في العالم قد اشتقت من مناطق حدث بها تعرية

جليدية (١) وبعض رواسب اللويس قد اشتقت من مناطق صحراوية حارة، ومن تلك المناطق الصحراوية صحراء النقب جنوب فلسطين .

والواقع ان تربة اللويس هشه ومن السهل نحتها بفعل الانهار ومن رواسب اللويس واسعة الانتشار تلك الموجودة شـــمالى الصين حيث تتكون من أتربة صحراوية قادمة من صحراء جوبى الى الغرب منها . ورواسب اللويس فى وسط أوربا والتى من المحتمل أن ترسيبها قد تم فى أواخر العصر الجليدى حيث نقلت الرياح الاتربة من الفرشات الجليدية من شمال أوربا ، وتوجد رواسب اللويس فى اقليم البمباس بالأرجنتين والتى اشتقت من صحراء بتاجونيا الى الجنوب منها ومن المنـــاطق الصحراوية المجاورة .

وقد أدت الأنهار الى تعرية مناطق اللويس فى الشـــمال وأصبح المظهر الطوبوغرافى يبدو كأراضى وعرة Badland تظهر بها الخوانق النهرية المحفورة وسط تكوينات اللويس الترابية وقد عمل السكان على انشاء مجموعة من المدرجات وأقاموا عليها الزراعة وذلك على تلال اللويس المتماسكة نســـبيا .

---

(١) Ibid, p. 89 .

الفصل السادس

الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية البحرية

مقدمة :

يلعب البحر دورا كبيرا فى تشكيل السواحل فبعضها يتراجع بسبب عمليات النحت التى تقوم بها الأمواج والبعض الآخر يتقدم على حساب البحر بفعل عمليات الارساب التى تقوم بها عوامل الترسيب المختلفة كالامواج والرياح والأنهار •

وتوجد العديد من أنواع السواحل[1] فهناك سواحل شديدة الانحدار وسواحل قليلة الانحدار وهناك سواحل رملية وأخرى صخرية •

والواقع أن الخصائص المميزة للسواحل تنتج أساسا من عاملين أو أكثر من العوامل التالية :

(أ) أثر الأمواج Wave action •

(ب) طبيعة الصخور التى يتكون منها الساحل •

(ج) انحدار الساحل •

(د) تغير مستوى سطح البحر أو اليابس •

(هـ) النشاط البركانى Volcanic activity •

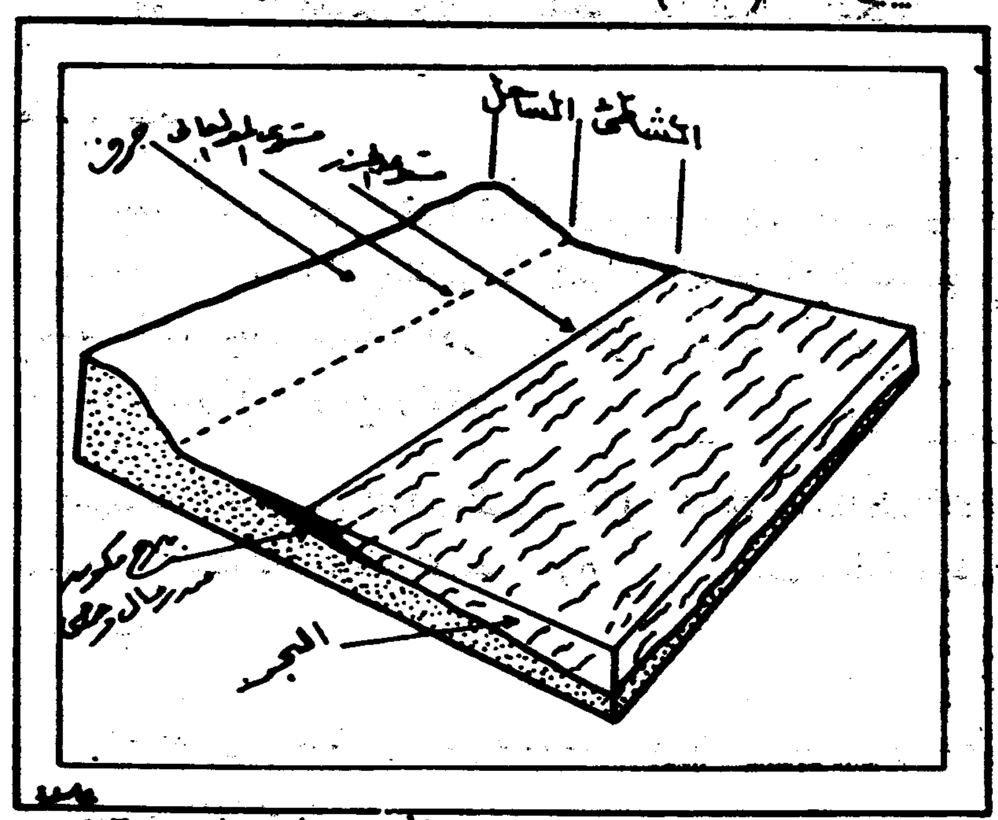
---

(١) يبلغ أطوال السواحل فى العالم ٤٤٠ الف كيلو متر لا يزيد عرضها فى بعض المناطق عن منطقة سيف البحر ومتوسط عرض الرصيف القارى أمامها ٧٤ كيلو متر .

(و) التكوينات الرجانية Coral formations •

(ز) أثر الجليــد •

وجدير بالذكر أنه قبــل التعرض للظاهرات الناتجة عن النحت والارساب بفعل الأمواج أن نحدد بعض المفاهيم الخاصـــة بالسواحل فيبين شكل (١٠٠) خط الساحل Coast Line والذى يظهر متقطعا



شكل (١٠٠) الساحل والشاطئ والبلاج .

ويعرف بأنه هامش اليابس margin of the Land أو الخط الذى يمتد على طول حضيض أقرب حائط الى البحر بحيث يمكن للأمواج الوصـــول اليه فى حالة هبوب عواصف بحرية قوية • أما كلمة شـــاطئ Shore فيقصد بها النطاق من الساحل المحصور بين خط الســـاحل سابق الذكر وسيف البحر Shore line (المستوى الأدنى للماء فى حالة الجزر) •

أما كلمة بلاج Beach فيقصد بها الرواسب الشاطئية المكونة من رمال وحصى •

الأمواج كعامل تعرية :

تتوقف قوة وارتفاع الموجة أساسا على قوة الرياح واتساع المساحة التي تمتد عليها الموجة Fetch •

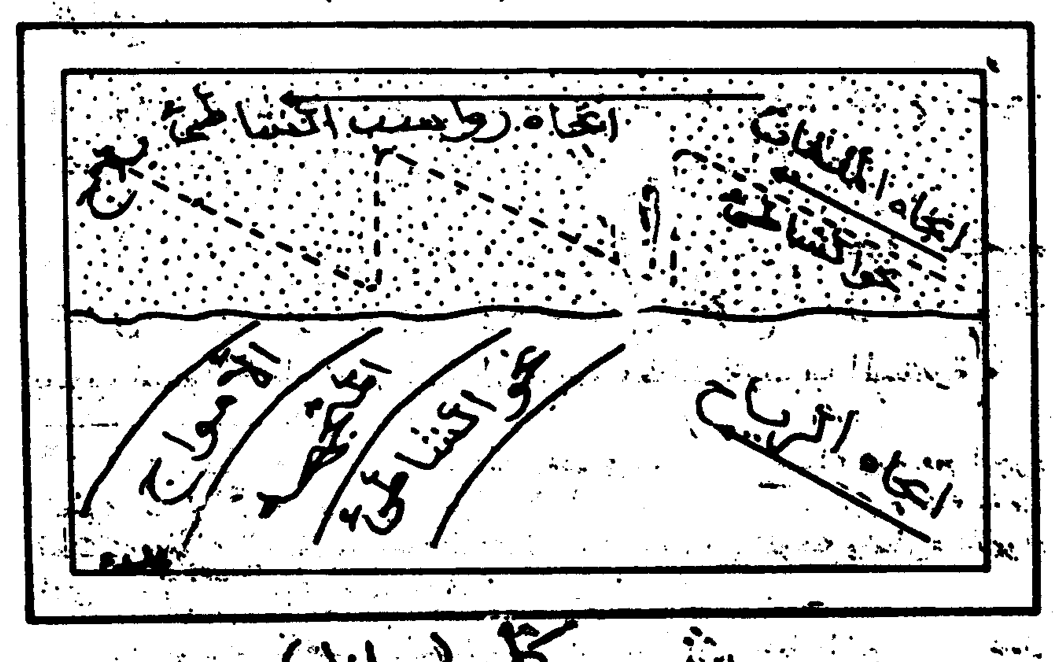
وتقوم الأمواج بعملها التحاتي بثلاثة طرق :

١ — الفعل النحاتي Corrasive action :

حيث تقوم الامواج عند تكسرها بقذف الجلاميد والحصى والرمال نحو قاعدة الجرف البحري مما يؤدي الى نحت سفلي (تقويضي) Undercutting وتحطيم للصخور المكونة للجرف Rock break up

٢ — الفعل الهيدروليكي Hydraulic action :

يؤدي تكسر الأمواج Wave breaking عند واجهة الجرف البحري الى اندفاع الهواء في الشقوق الصخرية وانضغاطه بداخلها بصورة مفاجئة وعندما تتراجع الموجة في اتجاه البحر يتمدد الهواء ويحدث فرقعات عند خروجه من الشقوق وينتج عن ذلك تفكك الصخور وتقطعها كما تزداد الشقوق اتساعا وامتدادا في الصخور (شكل ١٠١) •



شكل (١٠١)

٣ ـ التفتت Attrition :

والمقصود بهـذه العملية زيادة تفتت الرواسب الصخرية نتيجة لتوالى تقدم وتراجع الأمواج مما يؤدى الى احتكاك الصخور ببعضها وتفتتها الى رواسب أنعم (١) •

أولا ـ الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن نحت الأمواج :

١ ـ الجروف ورصيف النحت البحرى

Cliffs and wave cut platforms

يتضح من شكل (١٠٢) المراحل المختلفة لتكون الجرف ورصيف النحت البحرى وتطورها •

(أ) انحدار معتدل للساحل مع بداية للنحت السفلى بفعل الأمواج •

(ب) يبدأ الجرف فى الوضوح والتراجع نحو اليابس مع وضـوح رصيف النحت البحرى على حساب تراجع الجرف كما يبدأ تكون رصيف ارسـاب بحرى wave built platform من الصـخور من الجرف المتراجع •

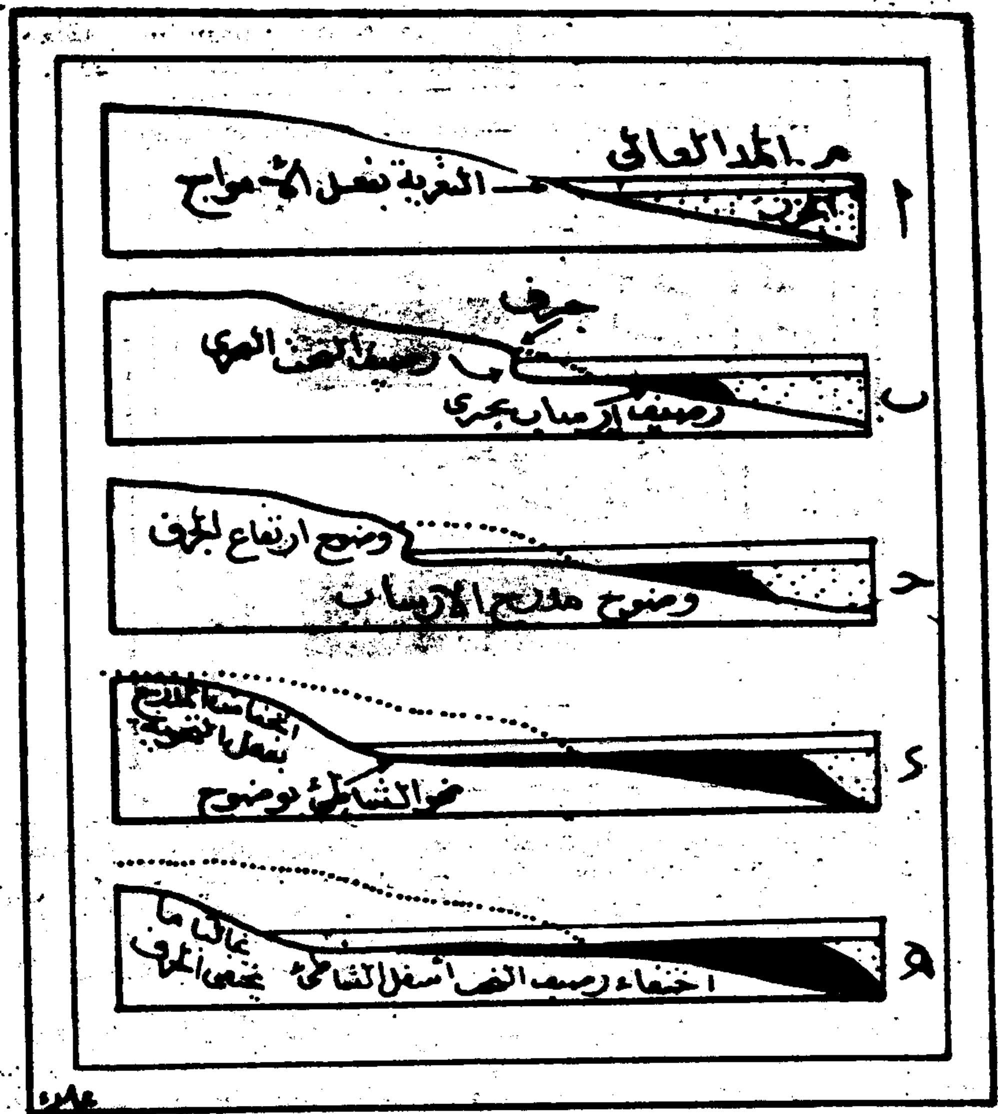
(جـ) مع تراجع الجرف يزداد ارتفاعه كما يزداد اتساع رصيف النحت البحرى وكذلك رصيف الارساب البحرى(٢) •

(د) تؤدى عملية التجوية الى تخفيض منسوب الجرف ويتضح الشاطىء Beach وينمو جيدا ويضعف أثر الأمواج كعامل نحت وذلك بسبب ضحولة المياه أمام الساحل بسبب عمليات الترسيب المستمرة •

---

(١) يحدث تكسر الموجة عندما تتقدم فى المناطق الضحلة ويصبح الجزء العلوى منها أسرع بكثير من الجزء السفلى الذى يفقد جزءا من طاقته بفعل احتكاكه بالقاع الصخرى Friction ولذلك تنحنى الموجه وتمتلىء بالهواء الذى يندفع فى الشقوق عندما تتكسر •

(٢) يوضح الخط المتقطع الاجزاء التى تم نحتها بفعل الامواج أو بفعل عمليات التجوية الميكانيكية والكميائية •

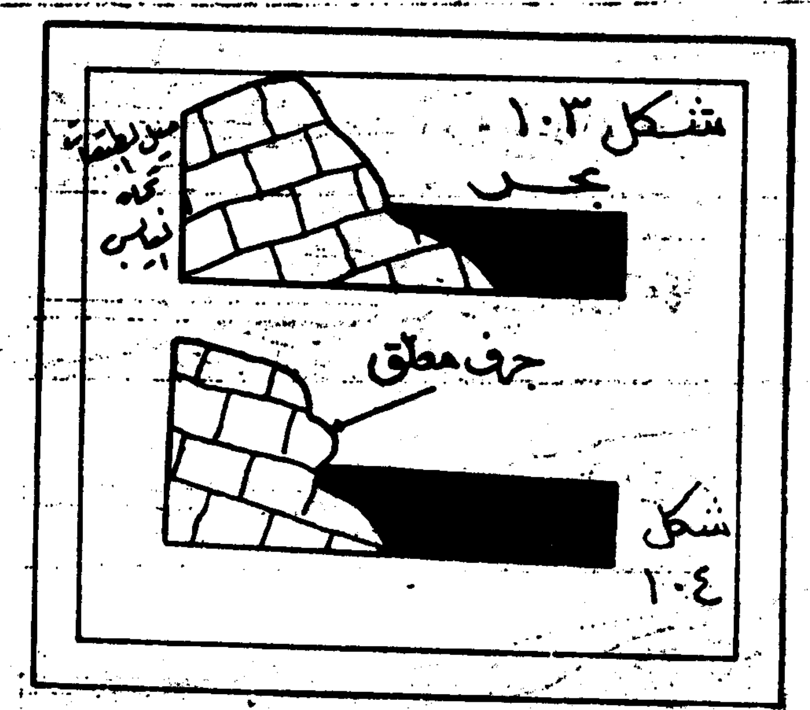


شكل (١٠٢) مراحل تطور الجرف ورصيف النحت البحري والشاطئ

(هـ) يتوقف نحت الأمواج بسبب اتساع النطاق الضحل من المياه ويدفن رصيف النحت البحرى أسفل رواسب الشاطىء الرملية والحصوية ، وغالبا ما يختفى الجرف ويبدو الساحل وقد اقترب تماما من نهاية دورة التعرية .

وقد تظهر صخور بعض الجروف فى صورة طبقات تميل تجاه اليابس كما فى شكل (١٠٣) والبعض الآخر من الجروف يميل فيها الصخور تجاه البحر ، وغالبا ما تبدو الجروف هنا فى صورة شديدة الانحدار

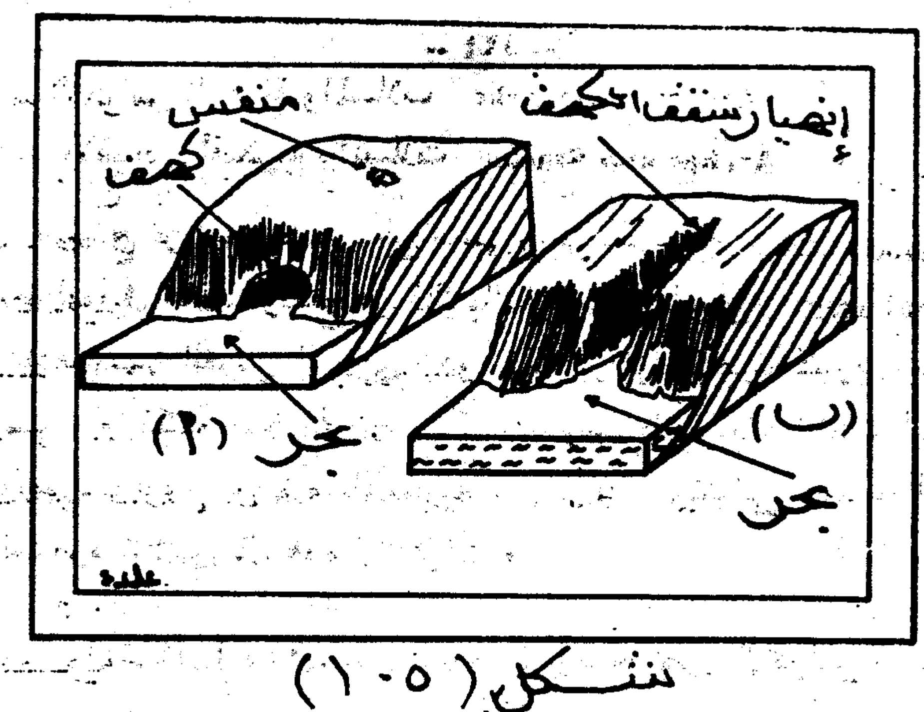
أو معلقة over hanging كما فى شكل (١٠٤) كما تكثر عمليات الانزلاق



الصخرى Rock slides و سقوط الصخر Rock Fall خاصة فى الجروف التى تتعاقب فيها الصخور المسامية Pervious مع الصخور غير المسامية impervious حيث يزداد تراجع هذه الجروف ويشتد انحدارها ويقل الغطاء النباتى فوقها ، بينما اذا كانت الجروف مكونة من صخور صلبة قليلة الشقوق والتصدعات فان أثر الأمواج فى نحتها يكون محدودا وتراجعها يكون بطيئا .

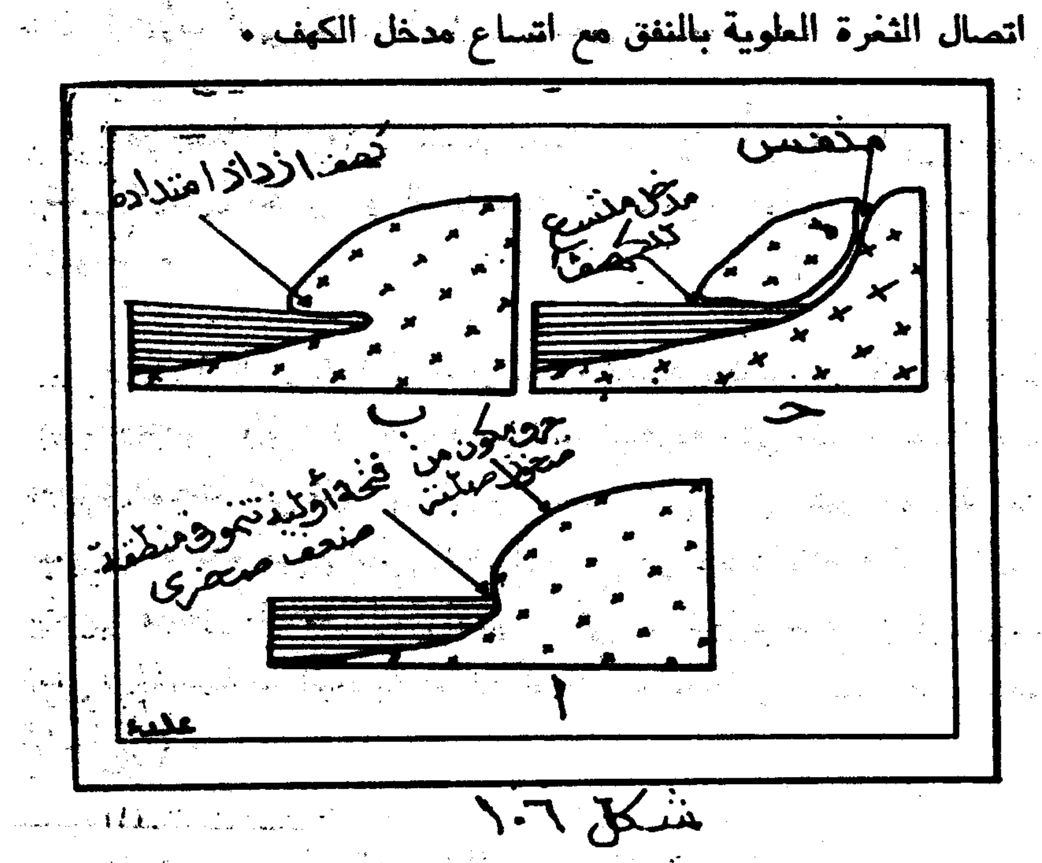
٢ — الكهوف البحرية Caves :

يتكون الكهف البحرى على طول منطقة ضعف عند قاعدة الجرف البحرى تتأثر بوضوح بالنحت بفعل الأمواج والكهف عبارة عن نفق اسطوانى Cylindrical tunnel ممتدا فى الجرف متتبعا خط الضعف ويبدأ قطره فى التناقص نحو الداخل وقد توجد مفاصل صخرية من نهاية النفق حتى قمة الجرف مكونة ما يعرف بالمنفس Blow hole وهى عبارة عن ثغرة علوية كما فى شكل (١٠٥ أ) وينهار فى النهاية سقف الكهف ويتكون شرم بحرى ضيق Sea inlet (شكل ١٠٥ ب) ويوضح



شكل (١٠٥)

شكل (١٠٦ ا) جرف مكون من صخور صلبة تظهر به فتحة أولية نشأت فى منطقة ضعف فى صخوره كما يظهر من شكل (١٠٦ ب) الامتداد الطولى للكهف لاحظ ضيقه بالاتجاه نحـــو الداخل ويبين شكل (١٠٦ جـ) اتصال الثغرة العلوية بالنفق مع اتساع مدخل الكهف .



شكل ١٠٦

٣ — الأقواس البحرية والمسلات Arches and Stacks :

ينتج عن تطور كهفين على جانبى رأس بحريـــة headland اتصالهما فى النهاية وينتج عن ذلك بالتالى قوس طبيعى natural arch وعندما ينهار القوس البحرى تبدو نهاية الرأس البحرية كجزيرة صغيرة جـدا أو ككتلة صخرية بارزة — عادة وســط رصيف النحت البحرى المغمور — مطلق عليها مسلة بحرية Stack وبتوالى عمليات النحت المستمرة تتلاشى كل هذه الظاهرات •

والأشكال (١٠٧ ، ١٠٨ ، ١٠٩) توضح تطور الأقواس والمسلات البحـــرية •

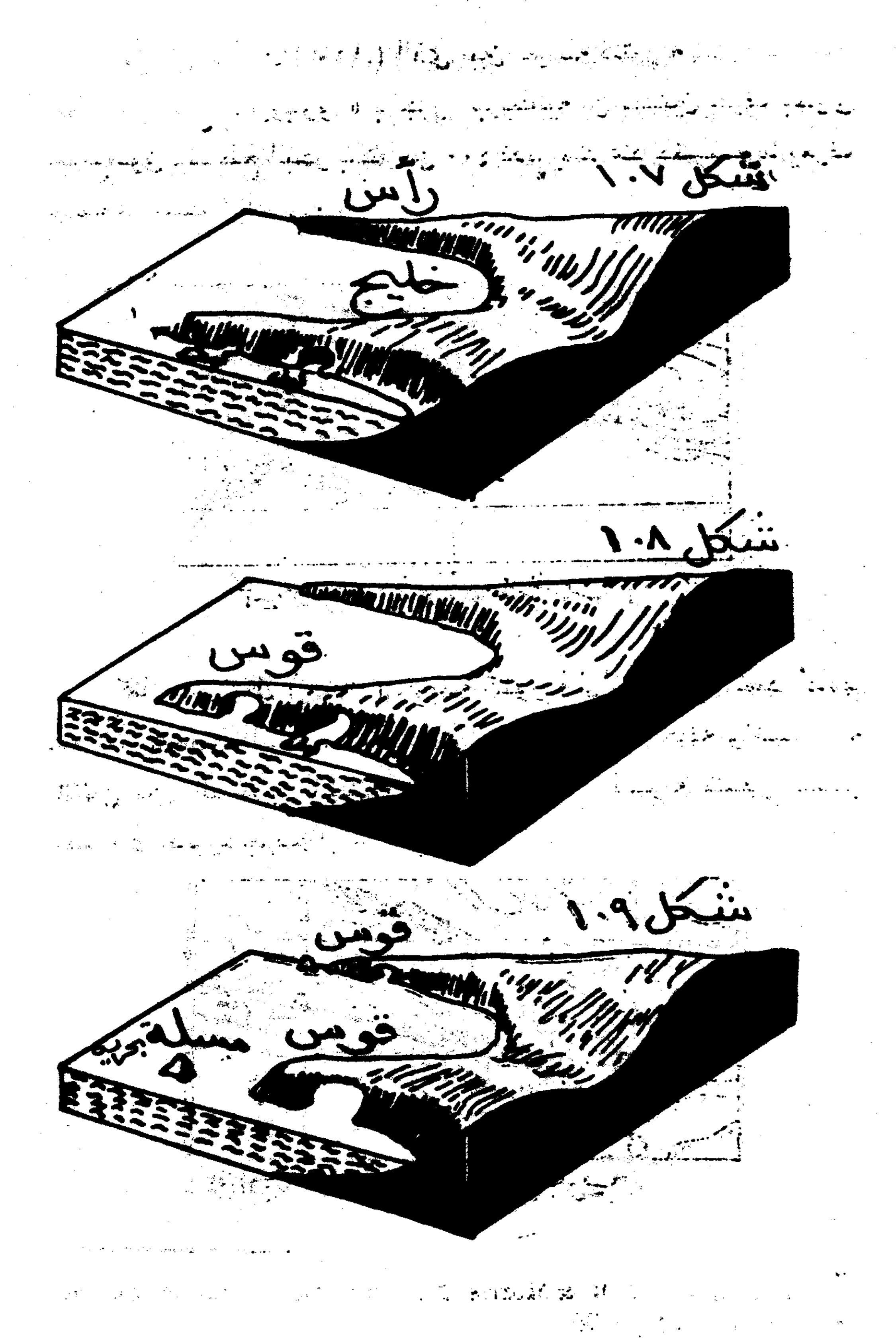
فيوضح شكل (١٠٧) نتوءين بحريين بينهما خليج وتظهر الكهوف على كلا جانبى الرأس البحرية حيث تستمر الأمواج فى النحت خاصـــة خلال الكهوف التى تكونت أصلا فى مناطق الضعف •

ومن شكل (١٠٨) يتضح اتصال الكهفين على كلا جانبى الرأس وتكون قوسين بحريين وذلك كنتيجة لاســـتمرار عملية النحت بفعـــل الأمواج •

ويبين شكل (١٠٩) انهيار سقف أحـــد القوسين وتكون مســـلة بحرية وجدير بالذكر أن هـــذه المسلات البحرية التى وقفت طويلا أمام عمليات النحت التى قامت بها الأمواج وأدت الى تكون الكهوف والأقواس البحرية قد تتعرض بالتالى لفعل الأمواج من جديد خاصة اذا تغيرت الأخيرة مناطق الضعف الجيولوجى والتى لم تكن ظاهرة من قبل وبذا تنقسم المســـلات البحرية أو قد تتآكل قواعدها وتنهـــار أمام نحت الأمواج[١] •

---

(١) حسن سيد أبو العنين ، المرجع السابق ، ص ٥٤٠ .

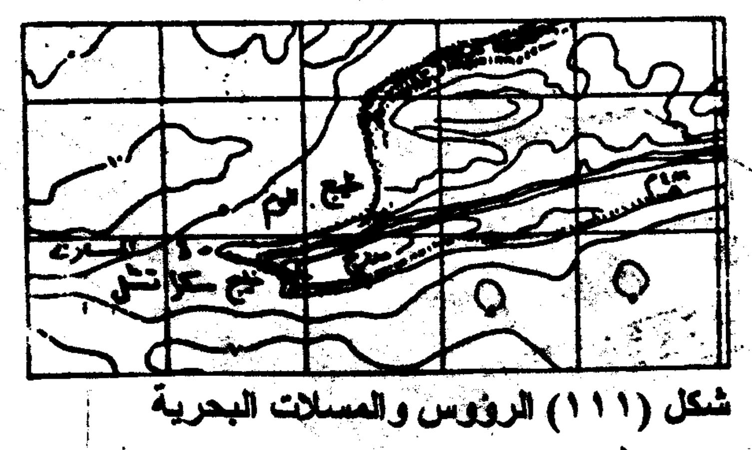

شكل ١٠٧
رأس
خليج
شكل ١٠٨
قوس
شكل ١٠٩
قوس
قوس
مسلة

ويمكن من شكل (١١٠) الذى يبين خريطة كنتورية لمنطقة ساحلية تطل على خليج « وربارو » بالجزر البريطانية أن نستبين جرف بحرى يرتفع فوق سطح البحر بأكثر من ٤٠٠ قدم يمتد عند حضيضه ما يعرف برصيف النحت البحرى •



شكل (١١٠) جروف خليج وربارو

كما يبين شكل (١١١) خريطة كنتورية لرأس بحرية تمتد أمامها مسلات صغيرة الحجم مثالية ويمكن منها أن نلاحظ حافة واضحة تتكون من الصخور الطباشيرية تطوق الرأس البحرية تنحدر نحو الماء فى صورة جرف[1] •



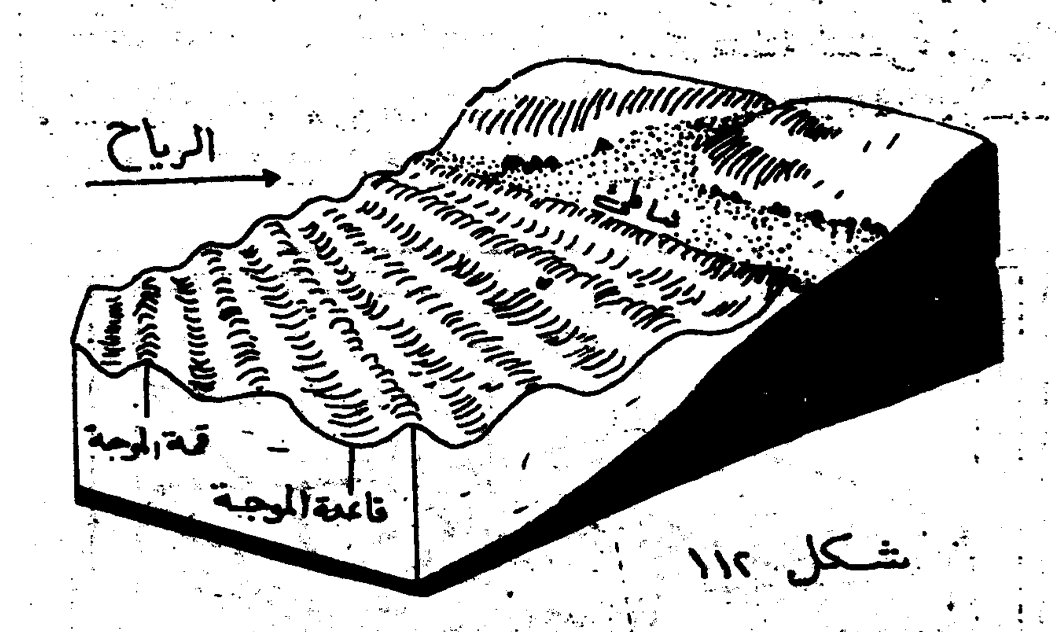
شكل (١١١) الرؤوس والمسلات البحرية

(1) Goodson, J. B. & Morris, J. A., The New Contour Dictionary, London, 1971, p 28.

ثانيا – النقل بفعل الأمواج Wave Transpors :

يؤدى تكسر الامواج وتراجعها الى حمل المواد المفتتة(١) • وترسيبها ويطلق على تحرك المياه بشدة نحـــو الساحل بالـ Swash وعندما ترجع نحـــو البحر يطلق عليهـــا Back wash ونتيجة لتوالى تقدم الأمواج وتراجعها يصبح لها قوة كبيرة على نحت واكتساح المواد الصخرية •

ويتضح من شكل (١١٢) كيفية حمل هـــذه المواد تدريجيا على طول الشاطىء بفعل العمليتين السابقتين • كما تنقل هـــذه المفتتات — التى تتكون من الطمى والرمل والحصى Shingle بعيدا عن الشاطىء off shore فى المياه العميقة بفعل التيارات الســـفلية undertow المضادة للحركة الظاهرية للأمواج نحـــو الشاطىء مما يؤدى الى نوع من التوازن •

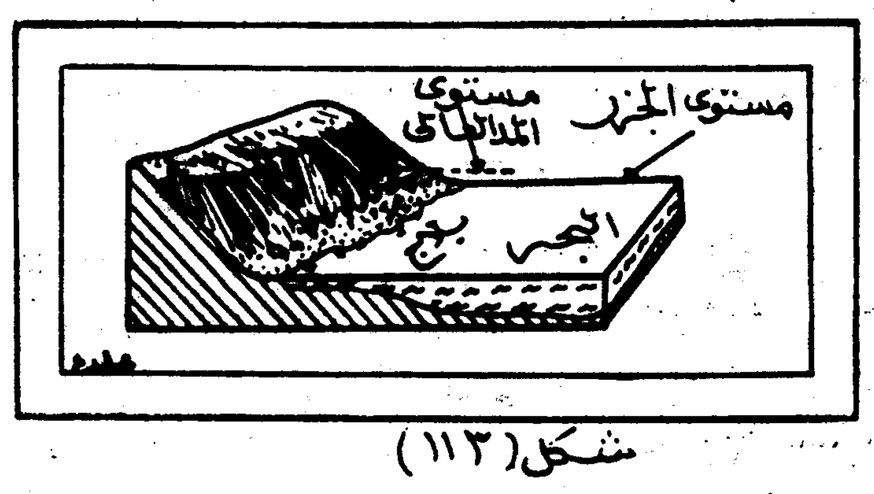


شكل ١١٢

ويوضح شكل (١١٣) تكون شاطىء ضيق عنـــد حضيض جرف بحرى منحدر يتكون عادة من جلاميد وحصى (لاحظ الفاصل الرأسى

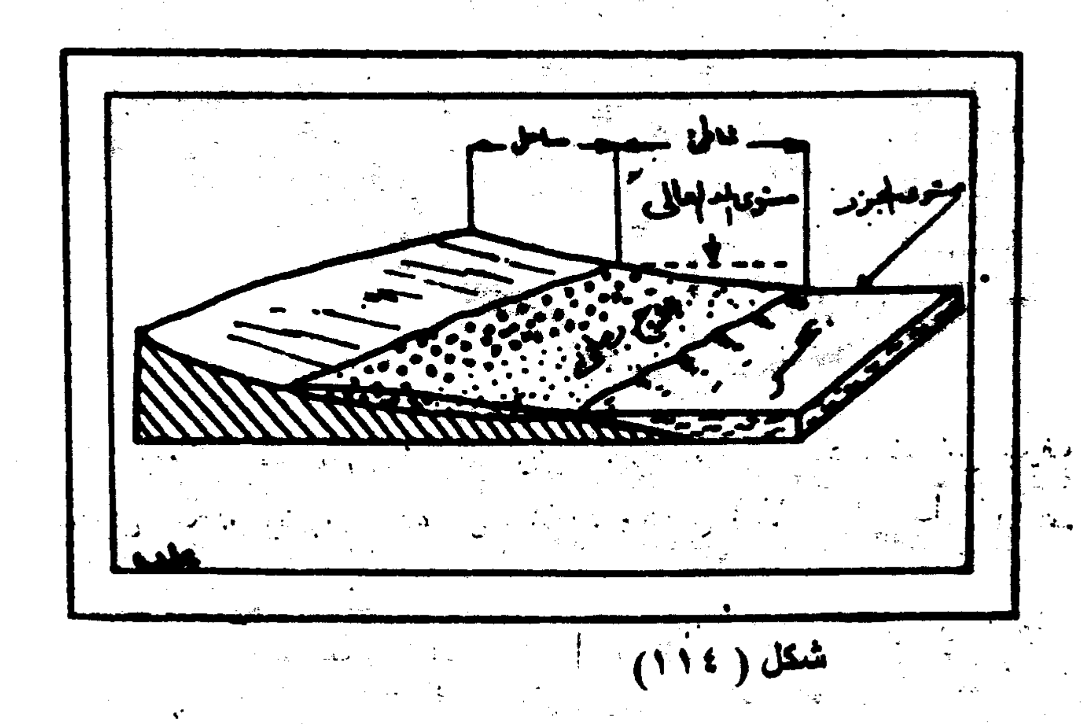
(١) بعضها نتاج ما تصبه الانهار فى البحر والبعض ناتج عن عمليات الانزلاق الصخرى من الجروف والباقى نتاج نحت الامواج فى صخور الشاطىء.

بين مستوى سطح المـاء عند الجزر ومستواه عند المد العالى وعادة ما يسود النحت نتيجة لارتفاع الساحل حيث تقترب المياه العميقة من خط الشاطىء) .



شكل (١١٣)

ومن شكه (١١٤) يتضح اتســاع الشاطىء ونموه جيداً وهو هنا يتكون من حصى ورمال كما يظهر من نفس الشكل منطقة الشاطىء Shore والساحل Coast قارن بينه وبين شكل (١١٣) حيث يسود هنا الارساب والذى عادة ما يسود فى السواحل المنخفضة .



شكل (١١٤)

ثالثا — الظاهرات الناتجة عن الارساب بفعل الأمواج :

تتمثل أهم الظاهرات الناتجة عن الارساب بفعل الأمواج فيما يلى :

١ — الشواطىء Beaches •

٢ — الألسنة والحواجز Spits and Bars •

٣ — المستنقعات الملحية والسهول الطينية Marches and Mudflats

وفيما يلى دراسة توضيحية لظاهرات الارساب سابقة الذكر :

١ — الشواطىء :

يقصد بها المنطقة قليلة الانحدار التى يتكون سطحها من رواسب رملية وحصوية على طول الساحل فيما بين خط المد الربيعى Spring tide line (حيث ينخفض منسوب الماء) وأعلى نقطة تصل اليها أمواج العواصف Storm waves •

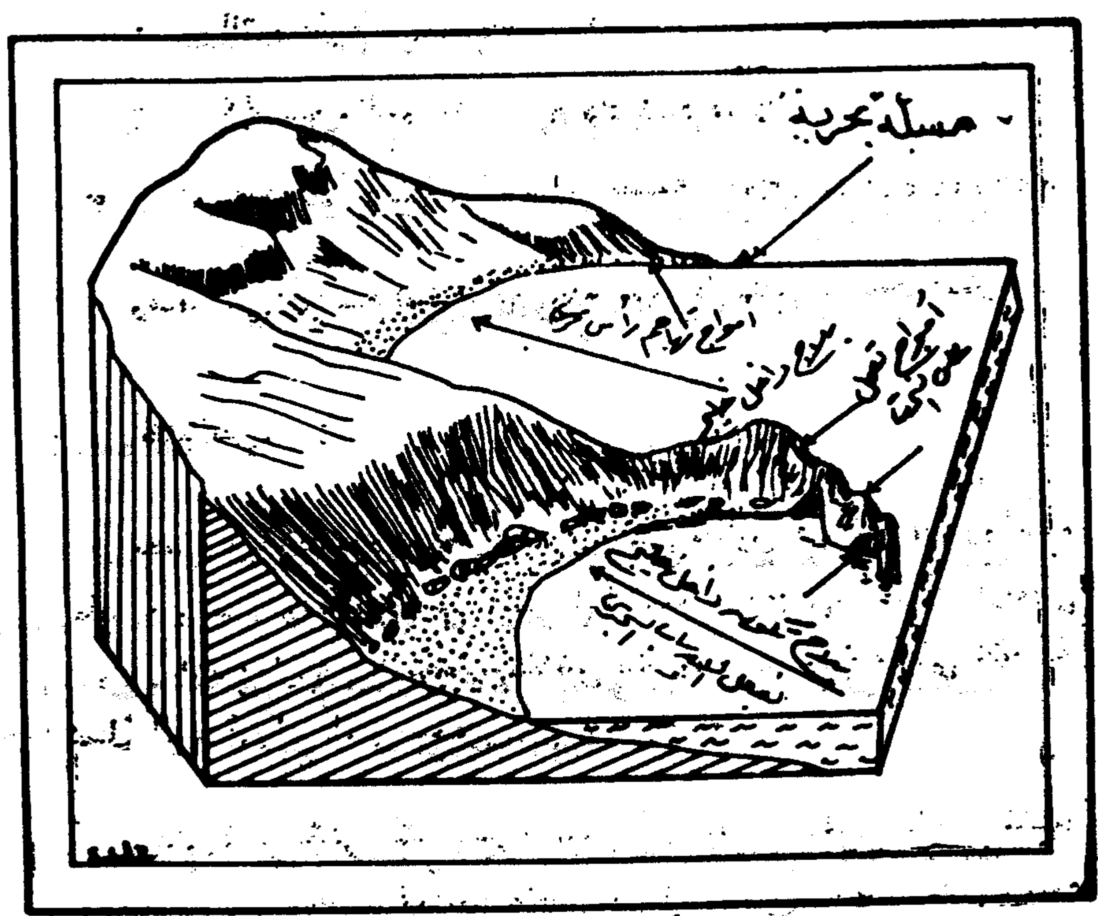
والنموذج المثالى للشاطىء يتمثل فى منطقة مقعرة تقعرا خفيفا gently Concave الجانب منها المواجه لليابس تحده كثبان رملية تتبعها تجاه البحر منطقة حصوية ثم منطقة مغطاة بالرمال والمفتتات الصخرية مع ظهور النباتات البحرية Sea weed (١) قرب منطقة الجزر •

وبعض الشواطىء قد تضم مساحة واسعة من الرمال لا تغطيها المياه فى حالة الجزر مثل خليج لانكشير ، لونج بيتش فى ولاية واشنطن وشواطى شبه جزيرة فلوريدا بالولايات المتحدة وغيرهما من المناطق •

وهناك شواطىء الخلجان Bay Beaches التى تنمو عند رؤوس الخلجان البحرية كما فى شكل (١١٥) حيث يظهر منه خليجان ورأس

(1) Monkhouse, F. J., Ibid, p 37

متوغلة فى البحر يظهر كهوف ناتجة عن النحت بفعل الأمواج بينما تكوينت شواطىء أو بلاجات رملية وحصوية مع زيادة حجم الرواسب بالاقتراب من الجرف .

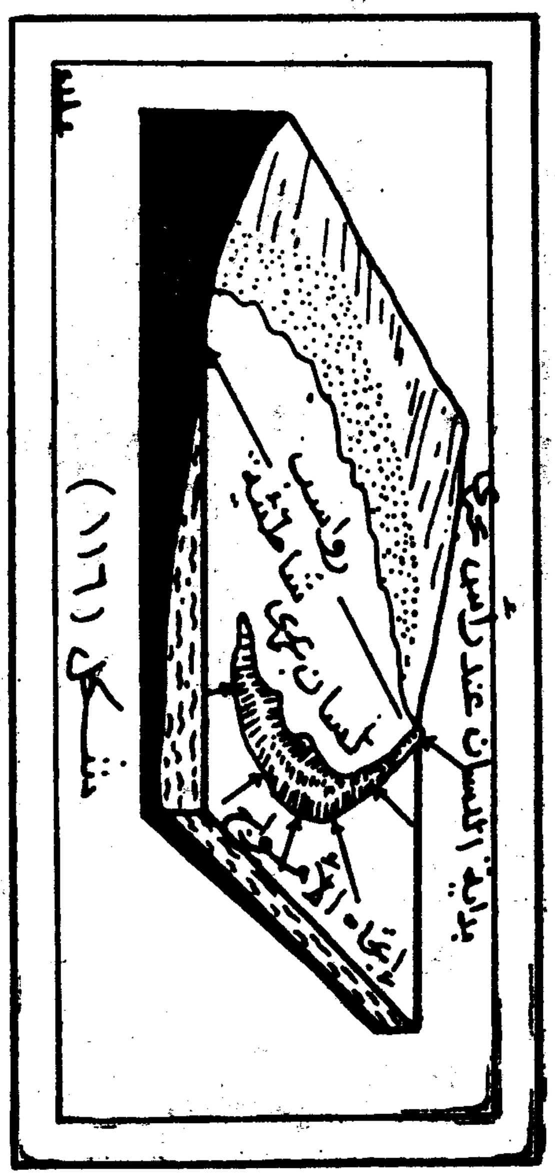


(شكل ١١٥)

٢ — الألسنة Spits :

عبارة عن تراكم طولى ضيق من الرمال والحصى يتصل باليابس من أحد طرفيه فقط والطرف الآخر يمتد فى البحر أو عبر فتحة خليج ومن أمثلة الألسنة الرملية الشهيرة لسان هرست كاسل Hurst Castle البحرى وينتج اللسان البحرى بسبب زيادة نشاط الإرساب البحرى عند السواحل ذات المناسيب المرتفعة نسبيا أو فوق تلك التى تتميز بالانحدار التدريجى حيث تترسب المواد المنقولة بفعل اندفاع الأمواج

والتيارات البحرية وتترسب فى مياه خليج عميق فى صورة ألسنة رملية طولية وباستمرار هــذه العملية تتراكم الرواسب أمام خط الســاحل مكونة اللسان الرملى الطولى وقد ينثنى اللسان الرملى مكونا ما يعرف بالخطاف Hook بسبب الأمواج المـــائلة والتى عادة ما تنحنى عنــد دخولها الخلجان (شكل ١١٦) •



شكل (١١٦)

وتنتشر الألسنة البحرية على طول قاعدة الدالات النهرية وعندنا فى مصر تمتد ألسنة رملية بين البحيرات الشمالية والبحر المتوسط خاصة لسانى البرلس وان كانت أقرب الى الحواجز الرملية •

والشكل رقم (١١٧) يوضح لســان بحرى فى شــكل خطاف



شكل ١١٧ لسان رملى خطافى

hookspit وهو عبارة عن لســان رملى ضخم يمتد شمال مرتفعات ينفسيك فى ولاية نيوجيرسى الامريكية شمالا بالمحيط الاطانطى مكونا جزء من الخليج الذى يقع عليــه ميناء نيويورك وهو مكون من الرمال التى تتجه شمالا على طول ساحل نيوجيرسى بفعل التيــارات البحــرية . وتوجد به العديد من الحافات الشاطئية فى مراحل نمو مختلفة . وقد زاد طول هــذا اللسان نحــو نصف ميل منذ سنة ١٨٦٥ .

٣ — الحواجز الرملية Bars :

شبيهة جــدا باللسان البحرى وأكثر أنواعها شيوعا تلك التى تمتد عند الخلجان حيث تبدأ كلسان ينمو من احدى الرؤوس الممتدة فى البحر ولكن فى النهــاية تمتد عبر الخليج فى مواجهة الرأس ، والعديد من الحواجز أمام الخنجان تتقتطع بسبب عملية المد والجزر حيث تكون الاخيرة ثغرات تصل بين البحر والبحيرات الطولية المحصورة بين الحاجز وخط الشــاطىء ، والبحيرات الطولية عبــارة عن بحيرات مستنقعية يسودها الارساب .

ويوضــــح شــكل (١١٨) خريطة لجزء من شمال بولندا المتــد



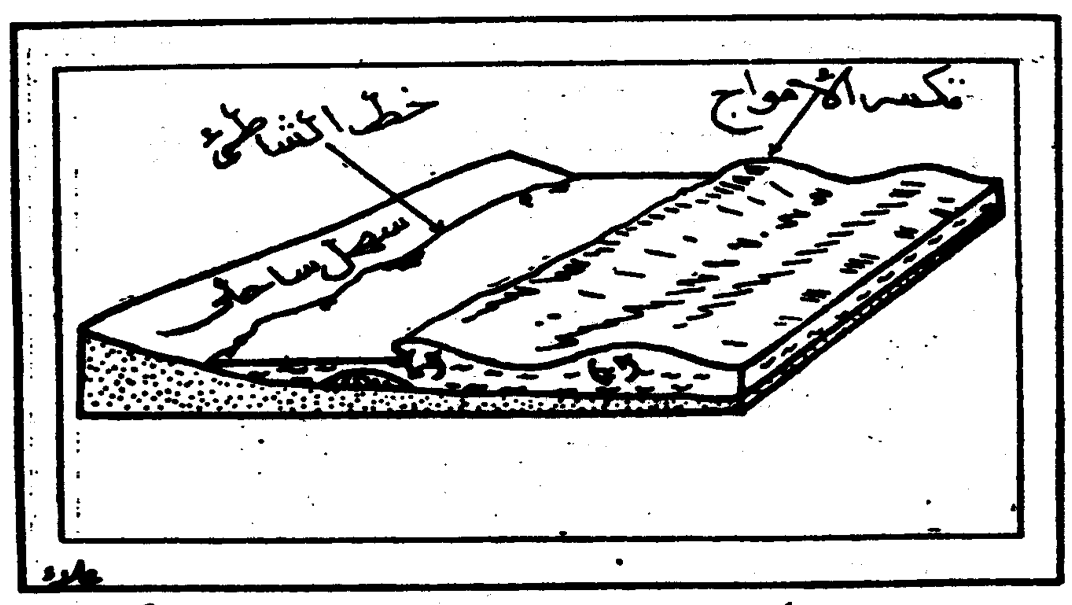
شكل (١١٨) ا

على طول ســـاحل البحر البلطى ويظهر منها نموذجين مثاليين للحواجز الرملية يطلق عليهـــا محليا Iaff وتعني لاجون أو بحيرة طولية ٠

وكما ذكر آنفا تمتد على طول الساحل المتوسطى لمصر فى منطقة البحيرات الشـــمالية سلسلة من الحواجز الرملية التى تفصل هـــذه البحيرات عن البحر تظهر بها الثغرات التى تؤدى الى تبادل المياه بين البحيرات والبحر كفتحة أشتوم الجميل فى بحيرة المنزلة وفتحة بلطيـــم فى بحيرة البرلس وفتحة الزرانيق فى بحيرة البردويل ٠

وهنـــاك حواجز رملية بعيدة عن الســـاحل Off Shore Bars تنمو فقط على طول السواحل التى تتميز بقلة انحدارها مثال السواحل الجنوبية الشرقيةللولايات المتحـــدة على المحيط الأطلنطى التى تتميز بقلة شـــديدة فى انحدارها ٠

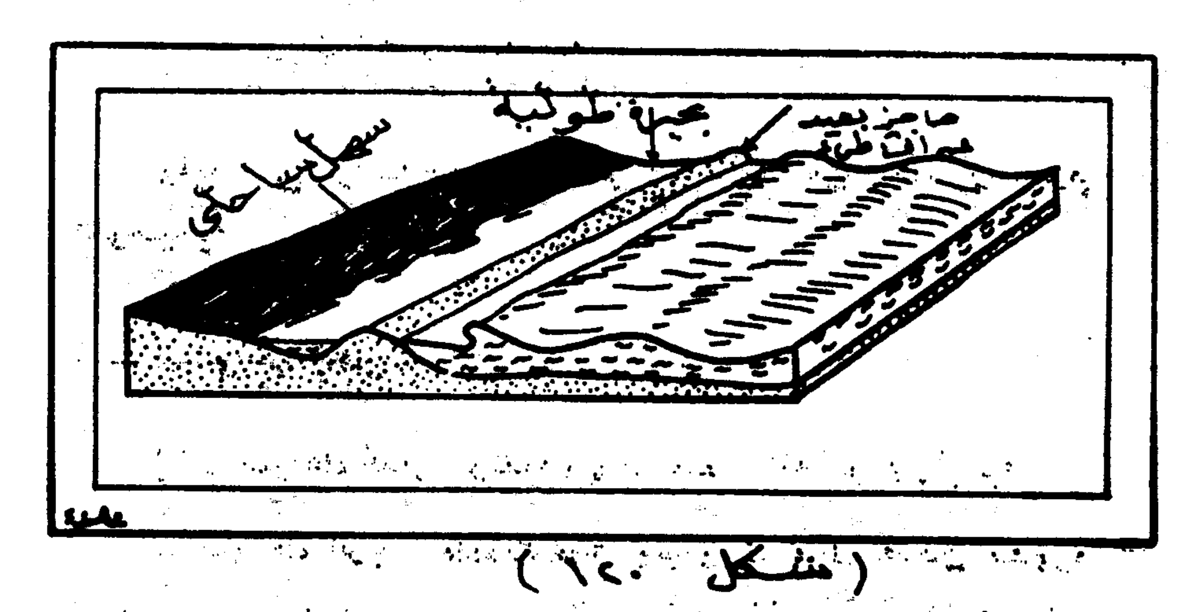
ويوضح شكل (١١٩) و (شكل ١٢٠) كيفية تكون تلك الأنواع من الحواجز البعيدة عن الساحل ٠



شكل ١١٩ تراكم الرمال على الشاطئ بفعل الأمواج

فيظهر من شكل (١١٩) انحدار الساحل ببطء شـــديد مما يعطى فرصة كبيرة لتكسر الامواج بعيدا عن الشاطىء (لاحظ المسافـــة بين سيف البحر ومنطقة تكسر الموجة) •

ويبين شكل (١٢٠) الحاجز الرملى وقد أصـــبح أكثر اتســـاعا وارتفاعا كما تظهر بحيرة طولية بين الحاجز الرملى وسيف البحر وعندما تمتلىء هذه البحيرة بالرواسب Sediments مكونة مستنقعا Swamp أو ملاحة marsh تتحول فى النهـــاية الى أرض يابسة بعـــد أن يكتمل نموها لتنتهى دورة تعرية ســـاحلية بالمنطقة •



(شـــكل ١٢٠)

رابعا — أنواع السواحل :

الواقع أن الأقاليـــم الســـاحلية اما أن تكون ســـواحل غمـــر Submerged Coasts أو سواحل حسر Emerged وأحيانا ما يطلق عليهـــا سواحل مرفوعة uplifted وذلك بسبب التغيرات فى مستوى اليابس والمـــاء وكل نوع من هذين النوعين يمكن أن ينقسم الى أنواع أخرى حسب المنســـوب altitude •

١ — ســواحل الغمر Submerged Coasts :

وتنقسم بالتالى الى قسمين :

(أ) سواحل الغمر المرتفعة High land type .

(ب) سواحل الغمر المنخفضة Low land type .

٢ — ســواحل الحسر Emerged Coasts :

(أ) سواحل الحسر المرتفعة .

(ب) سواحل الحسر المنخفضة .

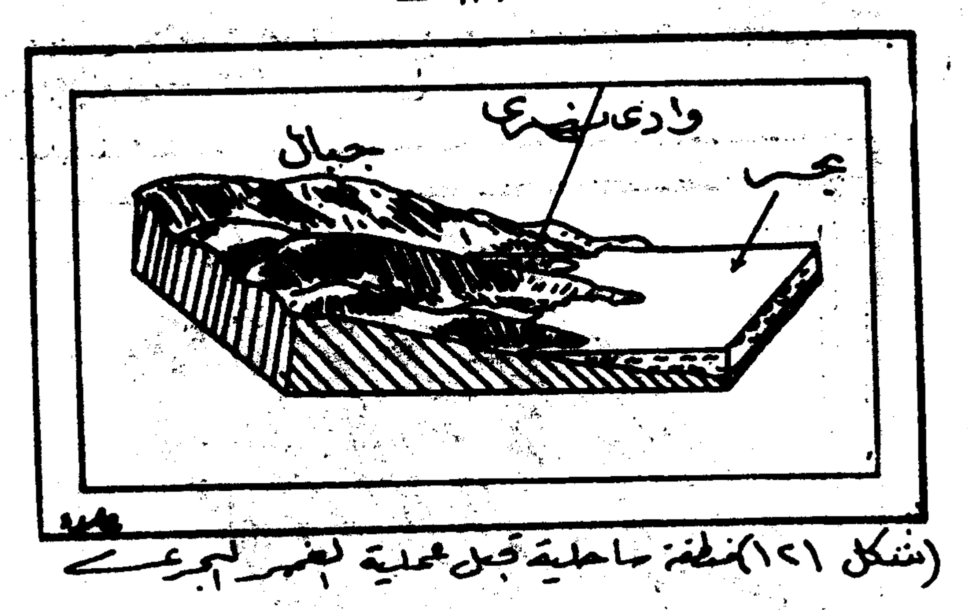
وفيما يلى دراسة مختصرة للأنواع السابقة من خلال الرســوم التوضيحية :

١ — ســواحل الغمر :

(أ) سواحل الغمر المرتفعة ويوجد منها ثلاثة أنواع رئيسية :

— سواحل الريا Ria Coasts وتبدو فى شكل خلجان مجاورة لبعضها حيث أنه بارتفاع منسوب البحر تغمر الأجزاء المنخفضة والتى تتمثل فى مصبات الأودية النهرية بينما تظل الأجزاء المرتفعة فى منسوبها بارزة فوق مستوى سطح البحر ، وتنتشر ظاهرة الريا فى جنوب غرب بولندا وجنوب غرب انجلترا وشمال غرب أسبانيا وغيرها من المناطق .

ويوضح شكل (١٢١) منطقة من السواحل التى تكثر بها مصبات الأنهار وذلك قبل عملية الغمر البحرى ويبين شكل (١٢٢) المنطقة بعــد عملية الغمر البحرى حيث غمرت المناطق المنخفضة من مصبات الأودية كما قد تظهر أطراف الرؤوس فى صورة جزر صغيرة .



(شكل ١٢١) منطقة ساحلية قبل عملية الغمر البحرى

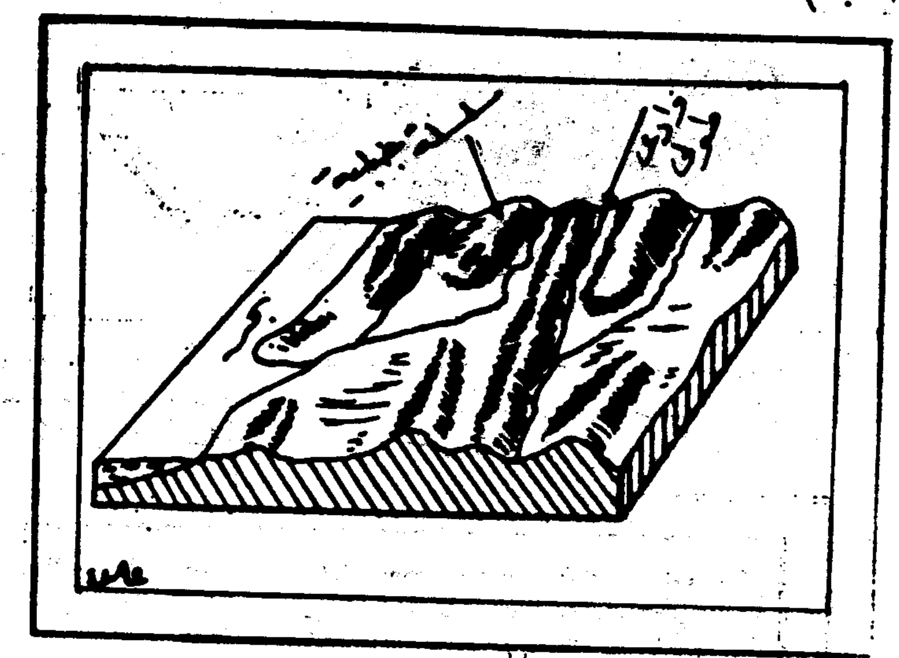


شكل ١٢٢ ساحل الريا

- السواحل الطولية Longitudinal Coasts :

عندما تمتد أودية السواحل وما بينها من الأجزاء المرتفعة فى موازاة خط الشاطئ فانه عندما يغمرها البحر تغطى بعض هذه الأودية بمياه البحر وتبقى أراضى ما بين الأودية Inter fluves فى صورة سلسلة من الجزر الطولية أو أشباه الجزر ومثل هذه الأودية يطلق عليها أحيانا ساوندز Sounds ومن أشهر السواحل الطولية المغمورة فى العالم ساحل كولمبيا البريطانية على المحيط الباسيفيكى وساحل يوغسلافيا على البحر الادرياتى .

ويمكن ملاحظة هــذا النوع من السواحل من شكلى (١٢٣ أ) (١٢٣ ب) .



شكل ١٢٣ أ ساحل طولى قبل الغمر



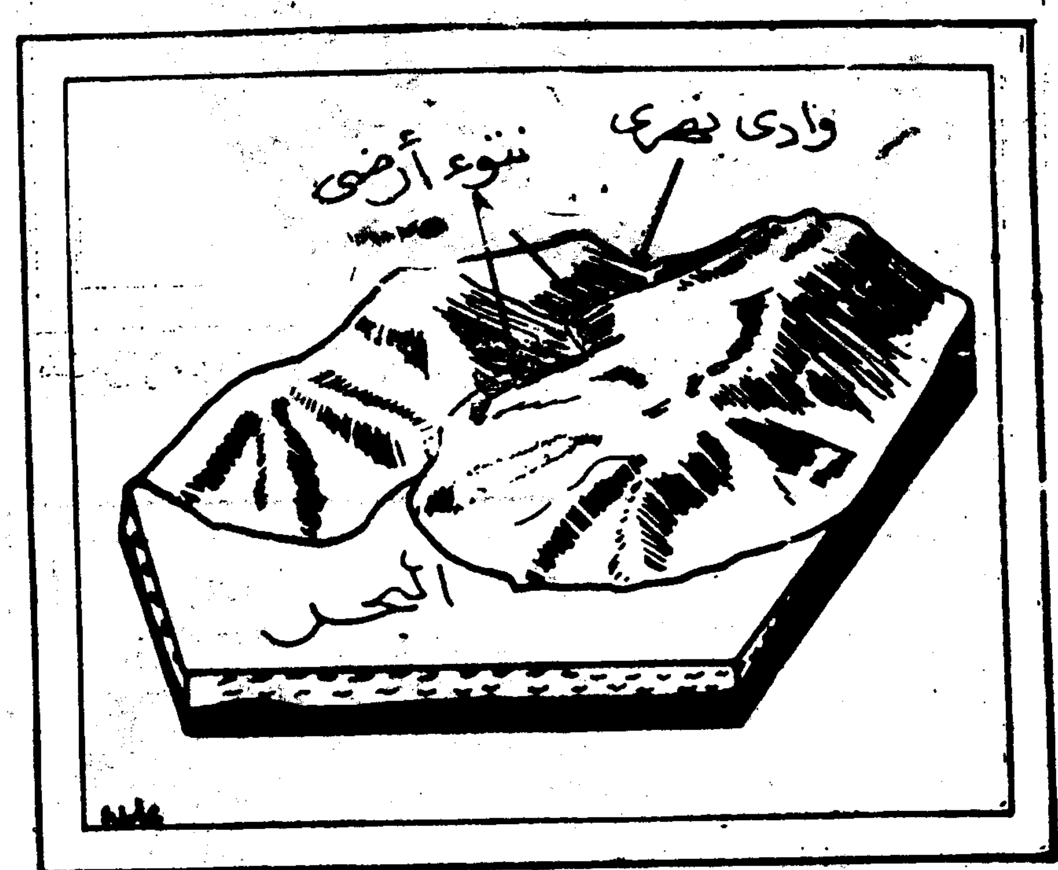
شكل ١٢٣ ب ساحل طولى بعد الغمر

ـ سواحل الفيوردات Fiord Coats :

عندما تغمر السواحل المرتفعة والتى تعرضت قبل عملية الغمر

البحرى للتعرية الجليدية فان الأجزاء المنخفضة من أوديتها تغمر بماء البحر وتسمى فيوردات .

ويمكن من الأشكالية التاليــة تتبع تطور تكوين الفيوردات فالشكل (١٢٤) يوضح نفس المنطقة أثنــاء التعرية الجليدية حيث تشــبح الأودية النهرية أكثر اتساعا وعمقا وبعد اختفاء الثلاجات وارتفاع منسوب البحر نتيجة للزيادة الكبيرة فى مياهه بعــد ذوبان الجليد تغمر الأودية التى تتميز بجوانب شــديدة الانحدار .



شكل (١٢٤) : منطقة قبل حدوث تعرية جليدية

ويمكن أن نلاحظ من شكل (١٢٦) أن المــاء داخل الفيورد أعمق منه عند مدخله جهة البحر وتتميز سواحل الفيوردات بأنها أشد انحدارا فى جوانبها وقيعانها أعمق من خلجان الريا .

وجدير بالذكر أن كل سواحل الفيوردات تقع فى نطاق ســيادة الرياح العكسية الغربية ، وفى الجوانب الغربية للقارات حيث انتشرت



شكل (١٢٥) منطقة أثناء التعرية الجليدية



شكل (١٢٦) فيورد بعد التعرية الجليدية والغمر البحري

الثلاجات فى العصر الجليدى خلال البليستوسين • ومن أشهر سواحل الفيورد فى العالم سواحل شيلى ، جرينلند ، سواحل اسكندنافيا وكولومبيا البريطانية •

(ب) سواحل الغمر Submerged Lowland Coast :

عندما يرتفع منسوب البحر ويغمر أراضى منخفضة فانه يتوغل لمسافات كبيرة فى اليابس خاصة على طول مجارى الأودية النهرية والتى يطلق على الأجزاء المغمورة منها الخلجان النهرية Estuaries وفى أثناء الجزر تنحسر مياه البحر وتظهر المستنقعات والسهول الطينية والمستنقعات فى المصبات الخليجية وتعتبر سواحل هولندا ، بولندا ، ألمانيا أو أيرلندا[1] نماذجا رئيسية للسواحل الخليجية Emergency Coasts لاحظ شكل (١٢٧) •

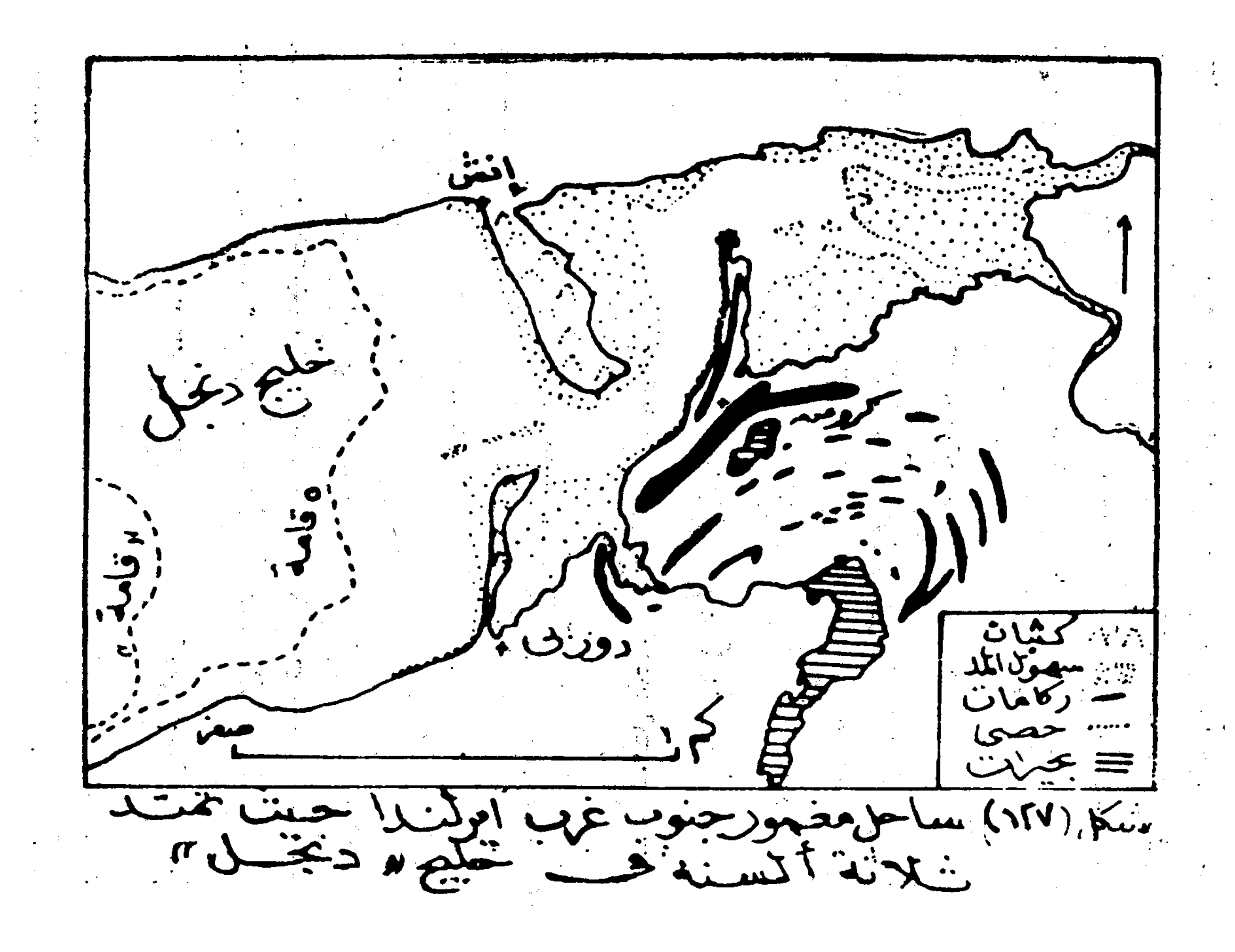
٢ — سواحل الحسر Emergency Coasts :

(أ) سواحل الحسر المرتفعة :

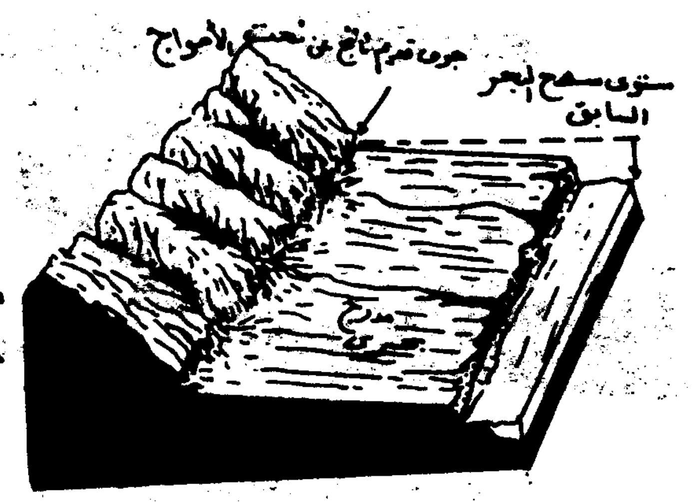
تتمثل فى سواحل قد يصل منسوبها فوق مستوى سطح البحر بنحو ٣٥ مترا يحدها جرف من جهة اليابس وهذا الساحل المرتفع وما به من ظاهرات تدل بوضوح على أنها نتاج تعرية بحرية أنظر شكل (١٢٨) والشواطىء أو المدرجات المرتفعة Raised Beaches تنتشر بكثرة على سواحل غرب اسكتلندا ويوجد على ساحل البحر الأحمر سلسلة من الشواطىء المرتفعة على مناسيب مختلفة تعد من أبرز الظاهرات الجيومورفولوجية على السهل الساحلى ولقد أمكن التعرف على سبعة خطوط من هذه المدرجات محصورة بين خط الشاطىء وخط أبعاد ٧ كم نحو الداخل ويتراوح منسوبها ما بين ٢٥ مترا و ٢٥٠ مترا فوق سطح البحر بفواصل رأسية غير منتظمة وأعلى هذه المدرجات هى أبعدها

---

(1) King, C.A.M., Introduction to marine Geol. and Geom. London 1979 , p 86.



شكل (١٢٧) ساحل مغمور جنوب غرب ايرلندا حيث تمتد ثلاثة ألسنة في خليج « دنجل »



شكل (١٢٨)
مدرج بحرى مرتفع

عن البحر وأكثرها تقطعا بفعل عوامل التعرية والواقع أن هـذه المدرجات ليست سوى خطوط من الشعاب المرجانية القديمة التى تكونت بلا شك تحت المـاء ومعنى ذلك أن ظهورها يدل على انحسار البحر تاركا بقاياها على اليابس معرضه لعوامل التعرية المختلفة .

(ب) سواحل الحسر المنخفضة :

يظهر هـذا النوع من السواحل عندما يبرز جزء من الرفرف القارى Continental Shelf مكونا سـهلا ساحليـا Costal plain وهـذا الساحل لا يوجد به خلجان أو رؤوس ممتدة فى البحر كما يسود الارساب فى المنطقة البعيدة عن السـاحل حيث الميـاه الضحلة مكونة حواجز رملية بعيدة عن خط الشاطىء وبحيرات طولية وألسنة وشواطىء رملية ومثل هذه السواحل توجد فيها نماذج واضحة فى جنوبى شرقـى الولايات المتحدة ، السواحل الشمالية لخليج المكسيك حيث يصعب انشاء الموانىء . ويمكن أن يتضح هـذا النوع من السواحل من شكل (١٢٩) وهو لمنطقة بعد ظهورها عندما انحسر عنها البحر وهى جزء من رفرف قارى سابق لاحظ خط الشاطىء القديم والمسافة بينه وبين خط الشاطـىء الذى استجد بعد عملية الحسر .



(شكل ١٢٩)

خامسا ــ التكوينات المرجانية وأثرها على السواحل Coral Formations

مقـــــدمة :

التكوينات المرجانية عبارة عن صخور جيرية من أصل عضوى تتمثل فى بقايا هياكل حيوانات المرجان والتى من أهمها المرجان الفردى وتتكون هذه الصخور خلال فترة زمنية طويلة تبعا لاندثار هــــذه الكائنات البحرية الدقيقة والتى تعيش فيما يعرف بالمستعمرات المرجانية •

ولابد لازدهار ونمو المرجان أن تتوفر الظروف الطبيعية التاليــة فى مياه البحر أو المحيط (ا) أن تكون درجــة حرارة المــاء مرتفعة نسبيا نحــو ٢٤درجة مئوية (٧٠° فهرنهيت) (ب) أن يكون المــاء صافيا تتخلله أشــعة الشمس حيث أن المياه العكرة تعوق نموه وتتعلق الكائنات الدقيقة بذرات الطمى خاصــة قرب مصبات الأنهار (جـ) ارتفاع نســبة الملوحة salinity (حوالى ٣٥ فى الالف) وهدوئها وغناها بالاكسوجين وقلة عمقها بحيث لا يتعدى خمسين مترا •

وتزدهر التكوينات المرجانية فى العروض المدارية والقريبة منهــا ما بين دائرتى عرض ٣٠° شــمالا وجنوبا على الجوانب الشرقية من الكتل اليابســة حيث تمتــد بموازاتها التيارات الدفيئة warm Currents

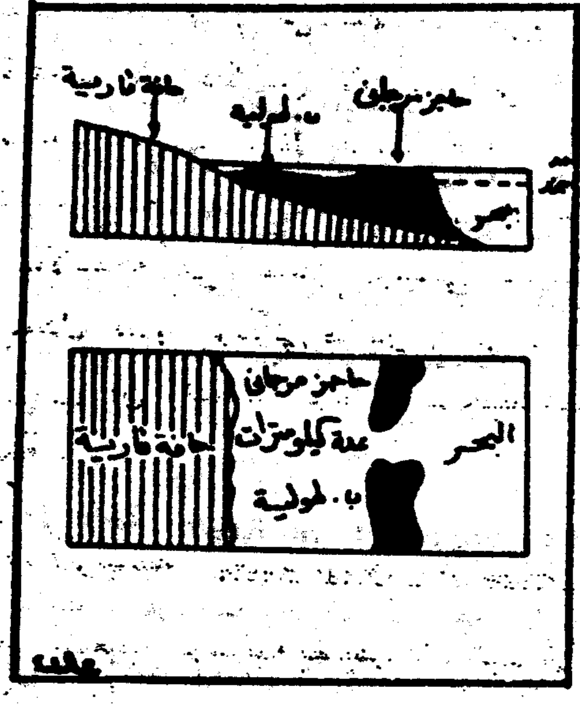
والرياح التجارية بينما تختفى من الجوانب الغربية حيث تسود التيارات الباردة وربما كان ذلك من الاسباب التى أدت الى اختفاء المرجان من الجوانب الغربية للكتل اليابسة فى العروض المدارية .
وتنتشر التكوينات المرجانية فى المحيط الباسيفيكى فى الجزر المنتشرة فى الوسط والغرب بالاضافة الى الحاجز المرجانى الضخم المطوق لشرق أستراليا ويبلغ معدل النمو المرجانى ما بين ٦ الى ٨ قدم فى كل قرن ويقدر A. G. Mayer أن الشعاب المرجانية بالمحيط الباسيفيكى ترجع الى ٣٠ ألف سنة .

١ — بنية الشعاب المرجانية Structure of a Coral Reefs :

تتميز معظم الشعاب المرجانية بضيقها كما تجد الأرصفة المرجانية قرب المستوى الادنى لماء البحر وتتميز الجوانب المواجهة للبحر بشدة انحدارها وتكسرها الى كتل مرجانية وذلك بفعل النحت بالأمواج — وتراكمها فى صورة أكملية mounds فوق الأرضية المرجانية ، أما الجانب المواجه لليابس فتؤدى الأمواج المتكسرة الى تراكم الرمال التى تنمو فوقها بعض الأشجار كما هو الحال فى الجزر المرجانية بالمحيط الباسيفيكى وعادة ما تظهر البحيرات الطولية Lagoons التى تعد من أول الظاهرات الجيومورفولوجية على طول هوامش الشواطىء المرتبطة بالشعاب المرجانية شكل (١٣٠) .

(أ) الحواجز المرجانية Coral Reef Barriers :

يمتد الحاجز المرجانى بعيدا عن سيف البحر يفصله عنه بحيرة طولية يمثل الحاجز المرجانى الجانب الخارجى لها المواجة للبحر ويرتفع منسوب سطحه فوق مستوى المـاء أثناء الجزر ويتكون سطحه عادة من مرجانيات ميتة تتميز بالخشونة وتكثر فوقه الشقوق Fissures والفجوات خاصة بالقرب من هوامشه وتساعد هذه الشقوق والفجوات



شكل (١٣٠) الحاجز المرجاني

الأمواج فى نحتها للحاجز المرجانى كما أنها كثيرا ما تمتلىء بالرمال الكلسية •

والحاجز المرجانى المثالى لا يزيد اتساعه على بضعة مئات من الأمتار وجزء صغير من سطحه هو الذى يظهر فوق مستوى ماء البحر خاصة أثناء الجزر راجع شكل (٩٧ ب) •

ويقسم الأقيانوغرافيون سطحه الى ثلاثة نطاقات (١) مختلفة هي :

— نطاق الرمال Sand Belt :

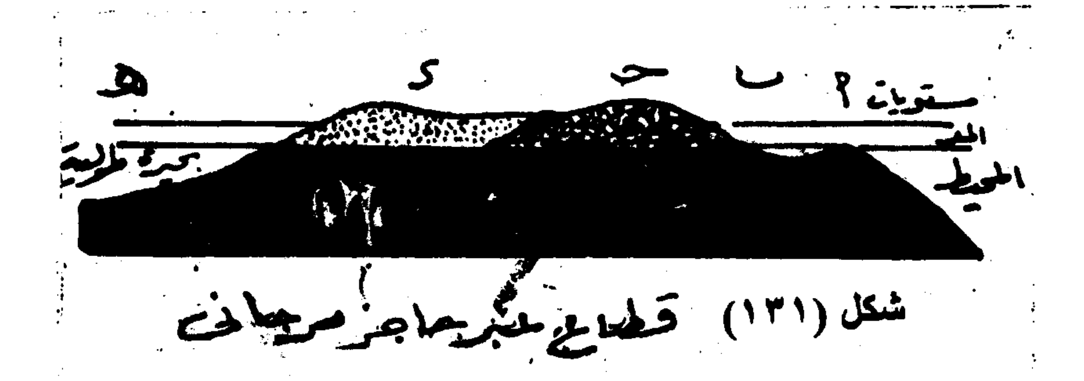
ويظهر مطوقا للبحيرة الطولية حيث تنتشر الرواسب الرملية فوق الشعب المرجاني المواجة للبحيرة وتتكون هذه الرمال من تكوينات جيرية وشظايا مرجانية •

---

(١) يوجد أضخم حاجز مرجانى فى العالم ممتدا على طول ساحل شرق استراليا لمسافة ١٢٠٠ ميل ويبلغ عرضه نحو ١٥٠ ميلا وهو يتألف من حواجز ثانوية مختلفة الاشكال •

(2) Sharma, R.C. and Vatal . M., Oceanography for Geographers, Allahabad, 1970, 123.

وعادة ما تأتى الأمواج بهذه الرمال من قاع البحيرة الطولية الضحلة أو من نحتها المستمر للشعب المرجانى واذا كان هذا الشعب متسعا نسبيا فان الأمواج المرتفعة تصل الى سطحه وتكتسح الرواسب الرملية وترسبها على الجانب الآخر من نطاق الجلاميد على طول امتداد ساحل البحيرة أما اذا كان ضيقا فقد تنقل الرواسب الرملية بفعل الأمواج الى البحر أو البحيرات أو ترسب فى الشقوق والفجوات المنتشرة فوق سطحه . وعادة ما تتلاحم الرواسب الرملية وتظهر أثناء المد العالى (شكل ١٣١) .



شكل (١٣١) قطاع عبر حاجز مرجانى

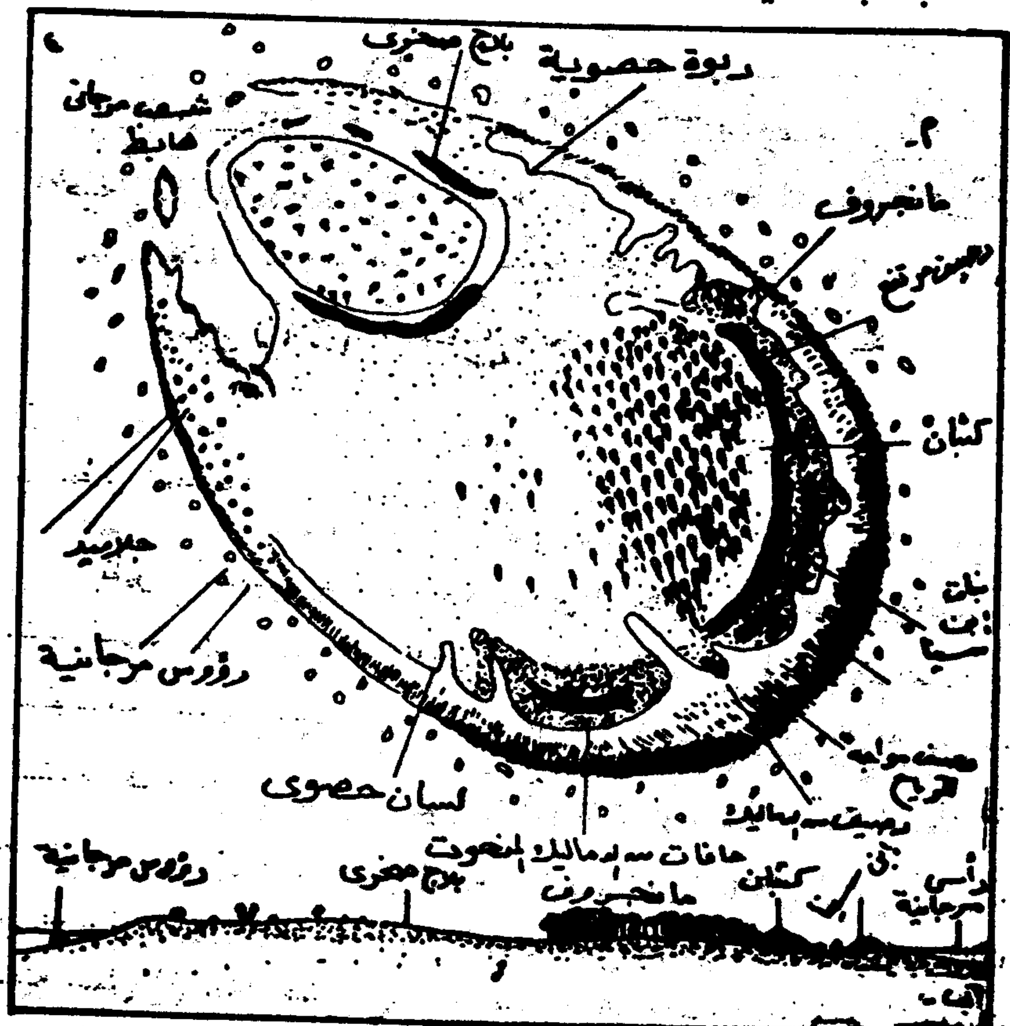
— نطاق الجلاميد Boulder Belt :

يظهر واضحا خلف النطاق الرملى سابق الذكر حيث يتكون من فتات صخرى Debris أكبر حجما وأقل تلاحما وان كان من نفس التكوينات الجيرية وقد لعبت الأمواج الدور الرئيسى فى تراكم هذه المفتتات فى هذا النطاق راجع الشكل السابق (١٣١) ويتراوح ارتفاعه ما بين ١٠ — ٣٠ قدما فوق مستوى سطح البحر ويرتبط هذا النطاق فى طبيعته واتساعه بخصائص الحاجز المرجانى فاذا ما كان الأخير ضيقا فانه يمكن أن يمتد حتى البحيرة الطولية على حساب اختفاء التكوينات الرملية فى النطاق السابق ويختفى نطاق الجلاميد من الحواجز المرجانية فى البحر الأحمر وفى الحواجز المرجانية بجزر اندونيسيا وذلك بسبب ضعف الأمواج فى هذه المناطق .

— المسطح المرجانى **Reef Flat** :

يمكن تحديده بوضوح حيث يتميز بكثرة شقوقه والجزء المستوى منه هو الجزء العلوى المحدود الذى يظهر فوق مستوى سطح البحر أثنـــاء الجزر حيث يكون عرضة للأمواج التى تهاجمه بصورة مستمرة ويبدو فى صورة حافة تعلو المناطق المجاورة (شكل ١٣١) .

ويظهر من شكل (١٣٢) والقطاع المرتبط به خريطة لجزيرة صغيرة مغطاة بالغابات حيث تظهر فوقها تكوينات رملية ورؤوس من صـــخور



أ- جزيرة مرجانية منخفضة مغطاة بالغابات

(١٣٢) ب- قطاع عبر الجزيرة السابقة

المرجان واكمات حصوية مع نمو نباتات المانجروف كما يظهر بالشكل قطاع للجزيرة وعادة ما تبدو الحواجز المرجانية ممتدة فى موازاة بعضها يفصل بينها ممرات طولية تتميز بعمقها الذى يتضح من اللون الظاهرى للماء فوقها المائل الى الزرقة الداكنة وعادة ما تحدد هـذه الممرات على خرائط لتأمين الملاحة فى مناطق الشعاب المرجانية •

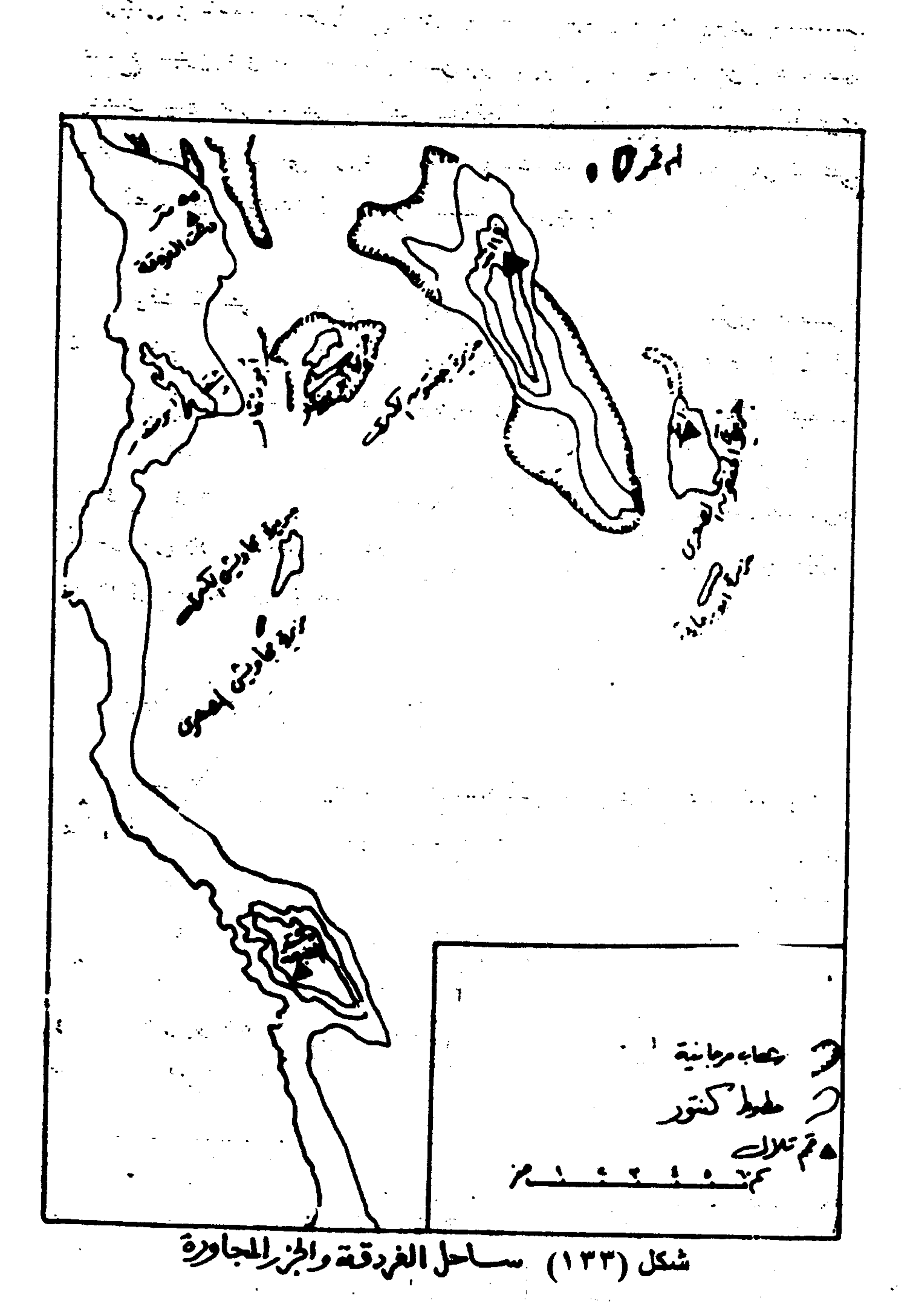
وقد تختفى الحواجز المرجانية أثناء المد العالى فتكون خطـرا شديدا على الملاحة البحرية لمن ليس لهم دربة أو خبرة بالملاحة فى تلـك المناطق كما هو الحال فى مضيق جوبال وان كان يمكن الاستدلال عليهـا من خلال لون المياه الفاتح فوقها حيث الاعماق الضحلة أو من خلال تكسر الامواج فوقها • أو من خلال المغارات الموجودة فوق الجزر مثل مغـارة شاكر على جزيرة شدوان وغيرها والعلامات المختلفة الموجودة على الجزر الأخرى مثل جفتون (شكل ١٣٣) •

(ب) الأطر المرجانية Fringing Reefs :

تمتد الأطر المرجانية عادة ملاصقة لسيف البحر (خط الشاطىء) مباشرة قد تمثل خط الشاطىء ذاته وتتميز بشدة انحدارها نحو البحر حيث تنشط الأمواج كعامل نحت وعادة ما تتقطع أمام مصبات الأودية والبحر(١) وينتج عن ذلك ثغرات فى خط الشاطىء تساعد على انشـاء المواني حيث المياه العميقة مثل موانى البحر الأحمر فى مصر سـفاجة والغردقة وأبو غصن وغيرها وتسمى تلك الثغرات فى الأطر المرجانية فى مصر بالمراسى (شكل ١٣٤) •

---

(١) تختفى الاطر المرجانية امام مصبا ت الاودية لسبب لما تجلبـه هذه الاودية من مياه عذبة محملة بالرواسب الى البحر مما يؤدى الى تغيير واضح فى البيئة الملائمة لنمو وازدهار المرجان فتبدو الصورة العـامة للاطر المرجانية غير متصلة على طول خط الشاطىء •

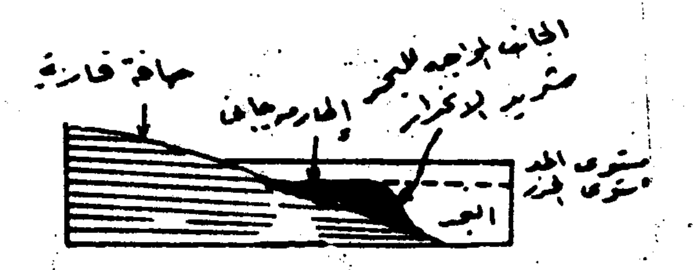


شكل (١٣٣) ساحل الغردقة والجزر المجاورة



(١٣٤)

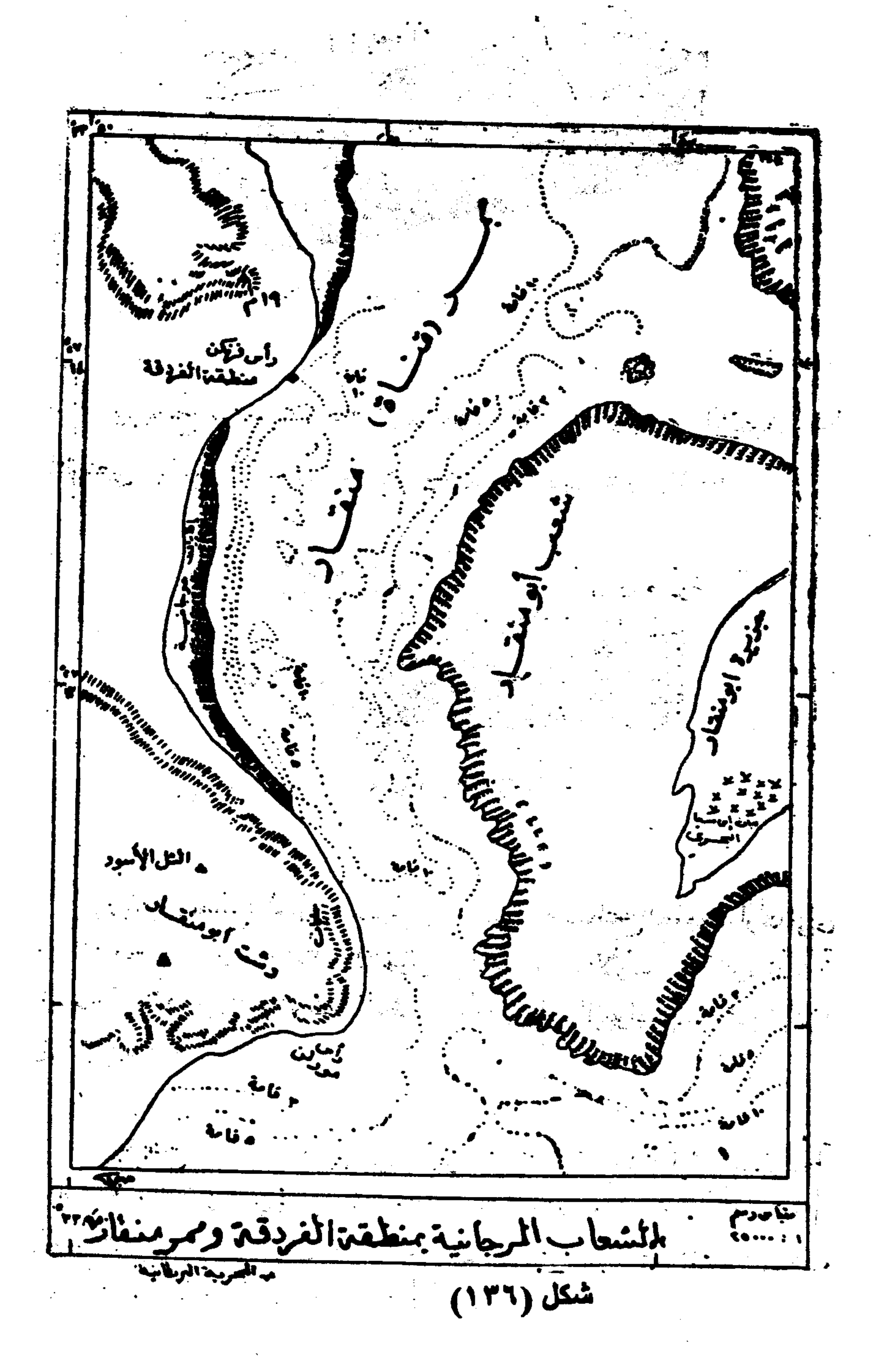
ويوضح شكل (١٣٥) مستوى الاطار المرجانى الملاصق لخط الشاطىء بالنسبة لمستوى سطح البحر فى حالتى الجزر والمد .



شكل (١٣٥) الاطار المرجانى

ويتميز سطح الاطار المرجانى بما يتميز به سطح الحاجز المرجانى من ملامح مورفولوجية مثل الشقوق والنجوات والارسابات الرملية والحصوية . والتى لعبت العوامل البحرية والبيولوجية أدوارها فى ابرازها .

ويوضح شكل (١٣٦) جزيرة أبو منقار (الشورة) أمام مدينة الغردقة والاطار المرجانى المطوق لها حيث يفصل هذه الجزيرة عن الساحل عدد من الممرات المائية العميقة التى تفصل بدورها بين سلسلة من الحواجز المرجانية .


منطقة الغردقة
التل الأسود
شعب أبو منقار
جزيرة أبو منقار
قامة
الشعاب المرجانية بمنطقة الغردقة وممر منقار
عن البحرية البريطانية

شكل (١٣٦)

(ﺟ) الحلقات المرجانية Atolls :

ينتشر هـذا المظهر الناتج عن النمو المرجاني في كل من المحيطين الباسيفيكي والهندي وبعض الحلقات المرجانية كبير جـدا مثل جزيرة سوفاديفا Suvadiva المرجانية ضمن مجموعة جزر ماليديف بالمحيط الهندي يبلغ طول البحيرة الموجودة وسطها ٦٠ كيلو مترا وطول الحاجز المرجاني للجزيرة ١٩٠ كيلو مترا وكذلك جزر جلبرت واليس Ellice وكلها ضمن الحلقات المرجانية التي تأخذ شكل دائري بداخلها بحيرة مغلقة أو تأخذ شكل حدوة الحصان Horse-Shoe Shape ويوضح شكل (١٣٧) نموذجا مثاليا لمثل هذا المظهر المرجاني كما يوضح شكل (١٣٨) قطاعا عرضيا لنفس الحلقة المرجانية بالشكل السابق

وتعد العديد من جزر مضيق جوبال عند مدخل خليج السويس من الجنوب ضمن الحلقات المرجانية مثل جزر قيسوم وجوبال وغيرهما الكثير .

٢ ــ النظريات الخاصة بنشأة الشعاب المرجانية :

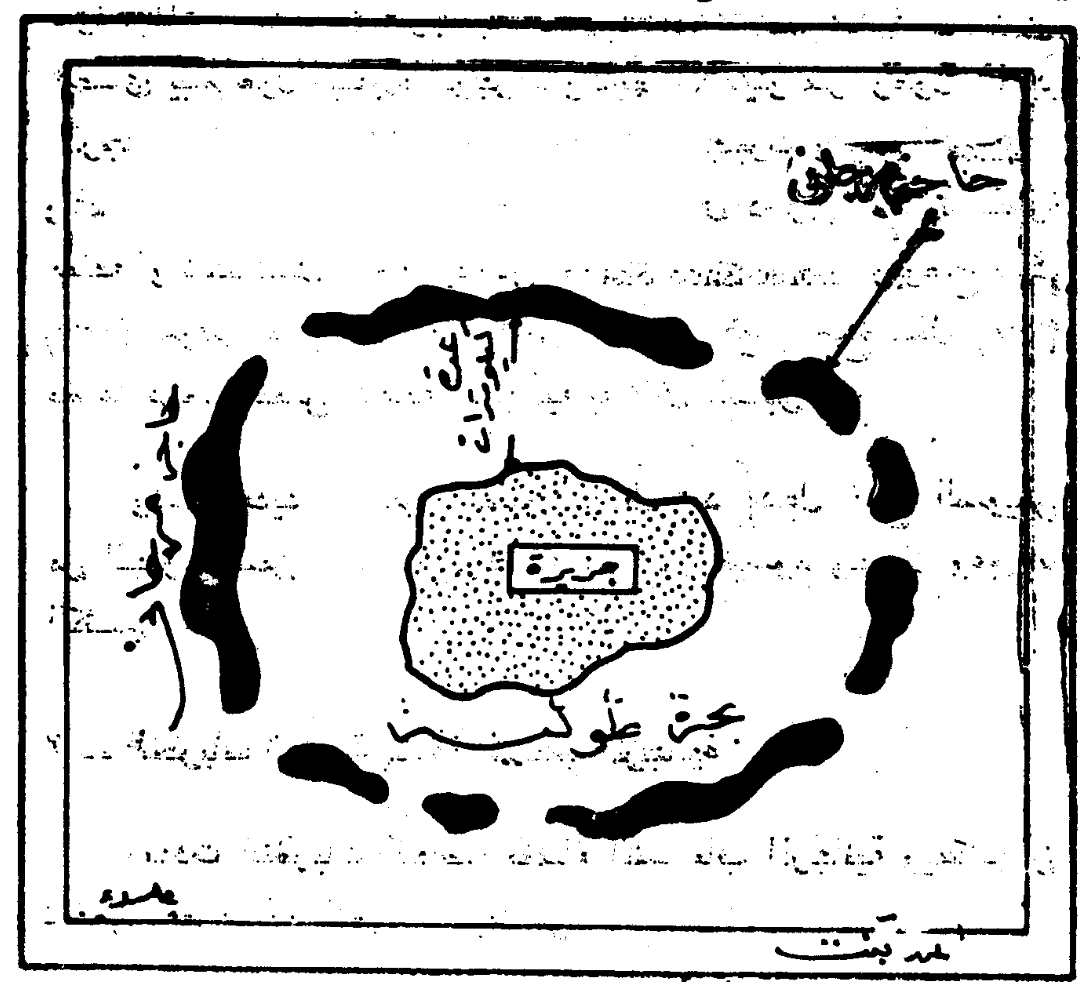
تعددت النظريات الخاصة بنشأة الشـعاب المرجانية ويمكننا أن نلخص أهم هـذه النظريات فيما يلي :

(أ) نظـرية الهبوط Subsidence Theory :

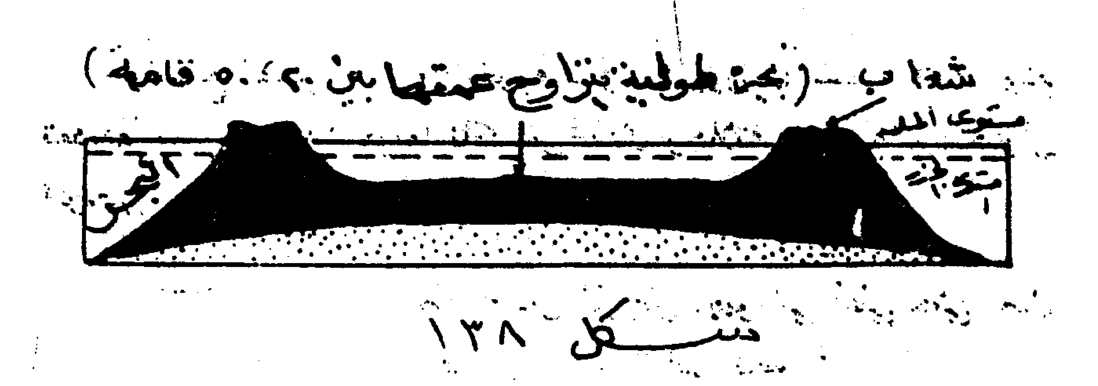
وضـع أساس هـذه النظرية شارلز داروين في سـنة ١٨٣٢ وتم تعديلها سـنة ١٨٤٢ حينما تأكد من خلال رحلاته البحرية بأن حيوان المرجان ينمو فقط حيث المياه الضحلة .

ويفترض داروين في نظريته بأن المرجان ينمو الى أعلى حتى يصل الى مستوى المـاء أثناء الجزر والشعاب التي تنمو في هـذا الوضع

الثابت تكون ساحلية ولكن فى حالة هبوط السواحل المرجانية وارتفاع منسوب المـاء يصبح المرجان فى أعماق بعيـدة ويتمشى نموه الرأسى والأفقى مع معدل الهبوط وهو ينمو بسرعة عند الحافة الخارجية بينما يتوقف نموه قرب الشاطىء .



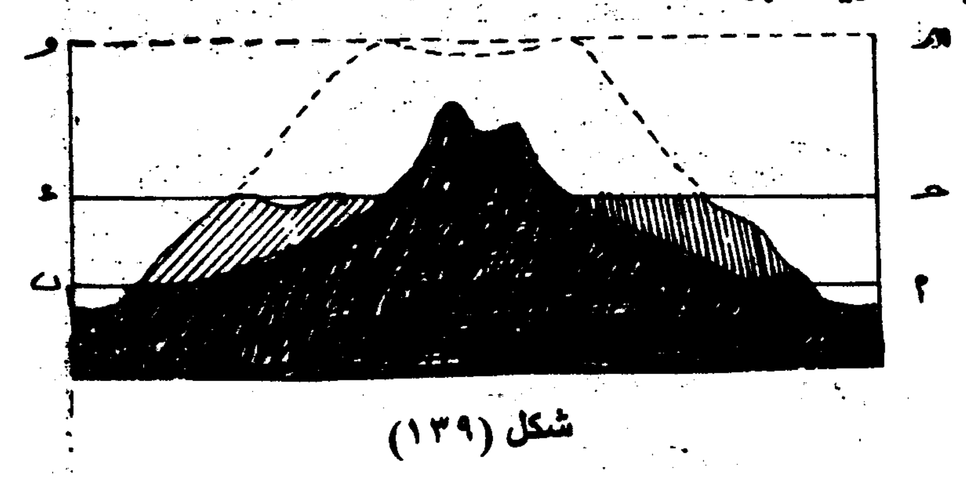
شكل (١٣٧)



شكل ١٣٨

ومما يؤخذ على هــذه النظرية أنها لم توضح ما اذا كان الغمر قد حدث بصورة فجائية أم تدريجية وهل تم بصورة مستمرة أم على مراحل وعلى كل حال فان معدل الهبوط من المفروض أن يكون أبطأ من معدل نمو الشعاب المرجانية نموا رأسيا ٠

ويوضح شكل (١٣٩) كيفية تكوين الحلقات والحواجز المرجانية تبعا لنظرية الهبوط ٠



شكل (١٣٩)

(ا ــ ب) يوضح مستوى سطح البحر حول الجزيرة ويظهر الاطار المرجانى بلون أســـود ٠

(جـ ــ د) نفس الصورة الأولى بعــد غمر الجزيرة حيث يحيطها حواجز مرجانيــة مظللة ٠

(هـ ــ و) الجزيرة بعــد أن هبطت حيث تظهر الحلقات المرجانية ٠
ويوضح شكل (١٤٠) مراحل نمو الشعاب المرجانية فوق جزيرة هابطــة :

(أ) جزيرة بركانية مع اطار مرجانى محيط بها ٠

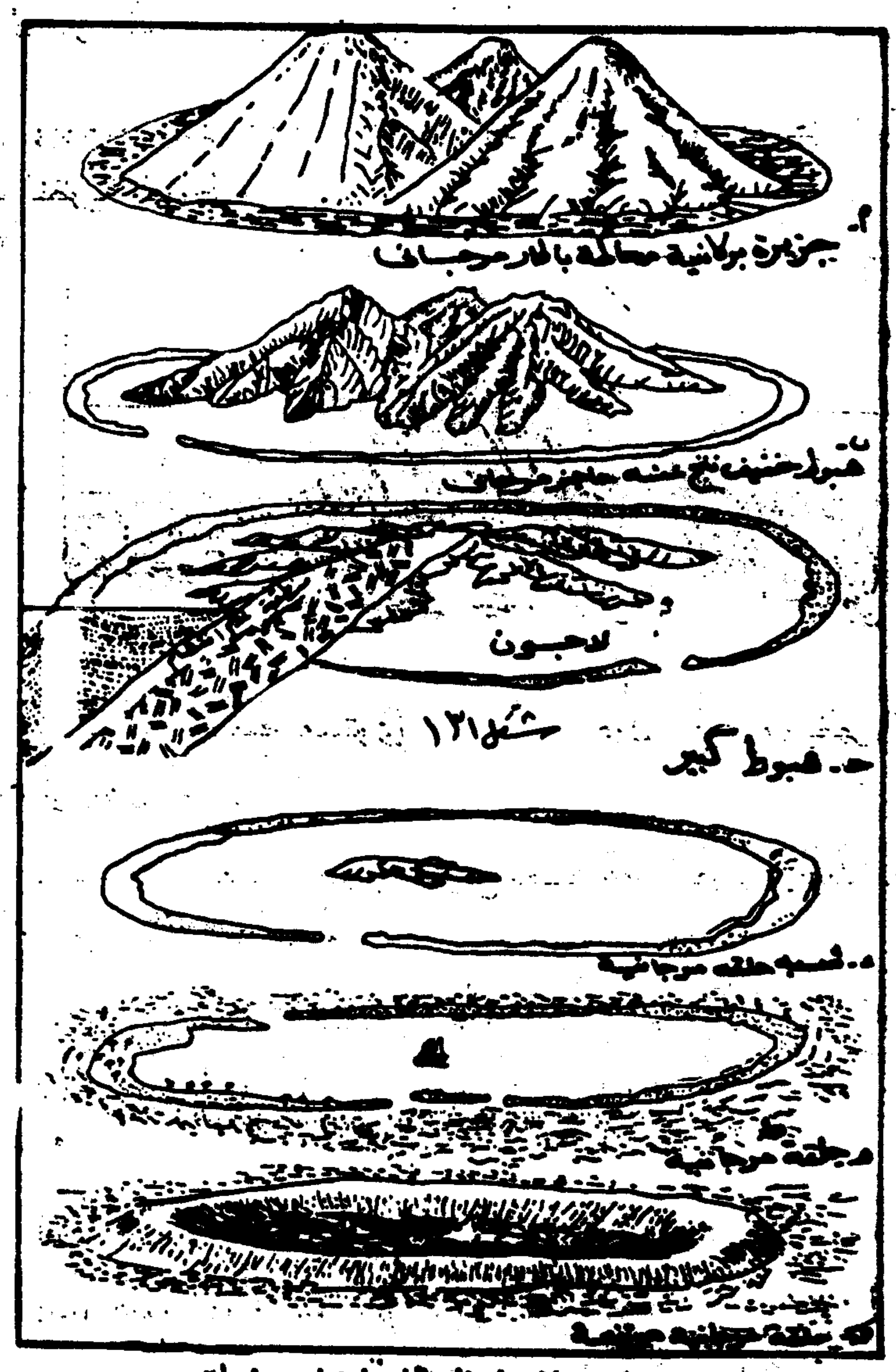
(ب) هبوط خفيف مع ظهور حاجز مرجانى ٠

(جـ) هبوط شديد (لاحظ سمك الشعبة المرجانية) ٠

(د) شبه حلقة مرجانية (مازال جزء من قمة البركان ظاهرا) ٠

(هـ) حلقة مرجانية مع ظهور بعض الأشـجار عليها .

(و) حلقة مرجانية مرتفعة .



شكل ١٤٠ مراحل نمو الشعاب المرجانية في جزيرة هابطة

٣ ـ نظـرية عدم الهبوط Non Subsidence :

ويقصد بهذه النظرية أن الشعاب المرجانية قد تكونت دون حدوث تغير فى مستوى سـطح البحر وأنها تكونت فوق أرصفة بحرية تتميز بالثبات وكان Murry أول من نادى بها سنة ١٨٨٠ وذلك بعد رحلاته مع سفينة الأبحاث تشالنجر Challenger (١٨٧٢ — ١٨٧٦) حيث وجد قمما بركانية غارقة تغطيها رواسب جيرية Calcareous deposits وذلك فى المحيط الباسيفيكى وقد أيده فى نظريته سيمبر Simper .

وتفترض نظريتهما عـدم حدوث تغير فى مستوى سـطح البحر وثبات الأرصفة البحرية وطبقـا لورى فقد وجدت أعـداد كبيرة من الأرصفة المغمورة Submerged Platforms والتلال تحت مستوى سطح البحر مكونة الأساس الذى بثبت فوقه الشعاب المرجانية وعادة لا يزيد عمق المـاء فوق هـذه المناطق الغارقة عن ٣٠ قامة (٩٠ مترا) وهو العمق الملائم لنمو الشعاب المرجانية .

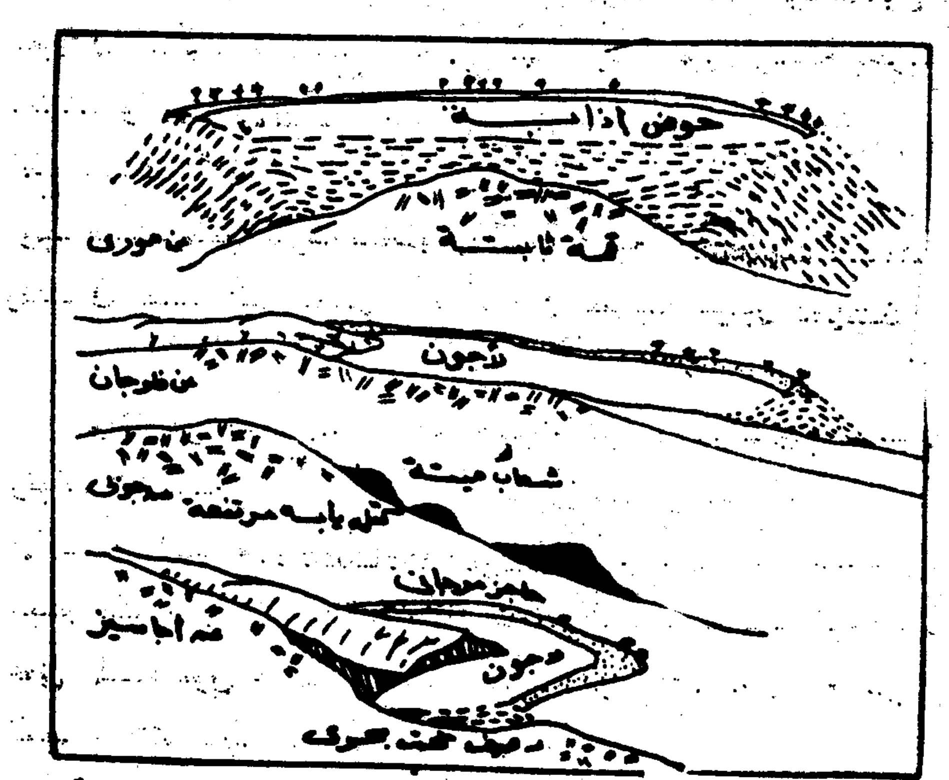
وقد رأى مورى بأن تكوين المستنقعات خلف الشعاب المرجانيـة يأتى بسبب الأمواج التى ترتفع لتصـل خلف الحواجز المرجانيـة خاصـة فى أوقات المـد(١) .

ويؤيد لويس أجاسيز L. Agassiz مورى بنظرية مشابهة حيث يرى أن عمليات النحت البحرى قد سبقت بنـاء الشعاب كما يرى بأن عملية بنـاء الشعاب من الممكن أن يستمر فوق الأرصفة البحرية لتظهر فوق سطح البحر دون ضرورة لأى تغيرات فى مستوى سطح البحر والمهم فى رأيه أن تكون الظروف ملائمة لنمو لشعاب المرجانية .

---

(١) يوسف عبد المجيد فايد ، دراسـات فى الاقيانوغرافيا القاهـرة ١٩٧٠ ص ١٦٦ .

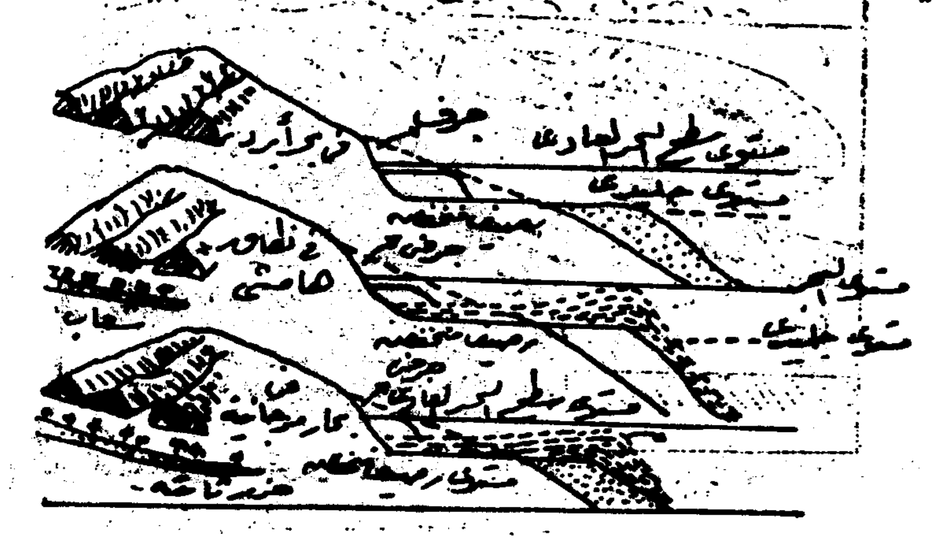
ويوضح الشكل (١٤١) نشـــأة الشعاب المرجانية تبعا لمورى وأجاســـيز •



شكل (١٤١) بعض النظريات التي تفسر نشأة الشعاب المرجانية

(ج) النظرية الخاصة بالعلاقة بين تكوين الشعاب والعصر الجليدى من أصحاب هـــذه النظرية R. A. Daly وتتركز فى الربط بين التغيرات التى حدثت لمستوى سطح البحر فى البليستوسين ونمو الشعاب المرجانية وقد وضع نظريته فى ســـنة ١٩١٥ عندما تأكد بأن الشعاب المرجانية قد تكونت خلال العصر الجليدى • حيث أنه بسبب تجمد المياه فوق اليابس فى صورة ثلاجات فقد هبط مستوى سطح المـــاء فى البحار هبوطا تراوح ما بين ٣٣ و ٣٨ قامة كما انخفضت بطبيعة الحال درجات حرارة مياه البحار ونتيجة لذلك تجمدت المرجانيات ويعتبر مستوى سطح البحر فى البليستوسين مسئولا عن تكون أرصفة النحت البحرى على طول السواحل القارية والجزر وانكشاف الشعاب المرجانية الميتة فوق سطح البحر على

ارتفـاع ٣٠ قامة كما يظهر ذلك من شكل (١٤٢) والذى يوضح أثر التغيرات الجليدية فى مستوى سطح البحر والجزر الثابتة • وعندما



شكل (١٤٢) أثر الذبذبات الجليدية على الجزر الثابتة .

انتهى العصر الجليدى وارتفع مستوى سطح البحر الى منسوبه العادى غمرت مياهه أرصفة النحت البحرى وأصبحت على عمق ٣٠ قامة تقريبا وقد بدأ المرجان الذى لم يمت خلال العصر الجليدى فى بنـاء هياكله على الحافة المواجهة للبحر Sea ward edge – مكونا الشعاب الملاصقة أو ما تعرف بالأطر المرجانية وذلك على أرصفة النحت الضيقة بينما تكونت الحواجز المرجانية على أرصفة النحت العريضة كما نمت الحلقات المرجانية أيضا فوق الهضاب الغارقة المعزولة والتى نحتت خلال الفترة الجليدية التى هبط فيها مستوى سطح البحر كما تكونه البحيرات الطولية بين الشعاب المرجانيـة واليابس • ويرجع تكونها الى الهبوط المتماثل والنمو السريع للشعاب المرجانيـة مع القدر الذى انخفض به مستوى سطح البحر ، كما فسرت هـذه النظرية استواء قيعان البحيرات الطولية وكذلك فسرت التشابه فى أعماقها سـواء كانت خلف الحاجز المرجانى أو فى وسط الحلقة المرجانية وهـذه الحقيقة الأخيرة ترجع الى ثبات اليابس وان حدثت أحيانا حركات رأسية محدودة •

ويبين الشكل (١٤٣) الآثار الناتجة عن هبوط مستوى سطح البحر :



شكل (١٤٣) آثار انخفاض مستوى سطح فى العصر الجليدى علي الشعاب المرجانية

(أ) يوضح جزيرة يحيط بها اطار مرجانى بسبب انخفاض مستوى سطح البحر .

(ب) ظهور جروف فى مرحلة النضج وكذلك بعض الأودية .

(د) حيث يعود منسوب المـاء الى أصله الأول قبل انخفاضه تظهر خلجان وبحيرات طولية مع حواجز مرجانية متقطعة .

الفصـــل السابع

الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية الجليدية

مقـــدمة :

عندما تنخفض درجة حرارة الهواء عن الصفر المئوى يتكثف بعض بخار المـاء ويتجمد فى صورة بلورات ثلجية تتساقط على الأرض ، وعادة ما يحدث ذلك فى أقاليم عديدة بالعروض العليـا وذلك فى فصل الشتاء وان كان جليد الشتاء عادة ما يذوب فى فصل الصيف التالى له فى أغلب هـذه الأقاليم وعندما لا يذوب جزء من هـذا الجليد فانه ينتج غطاءا جليديا مستديما مثلما الحال فى جرينلند ، انتاركيتكا وقمم الجبال العالية فى الألب الأوربية والهيمالايا وغيرهما • ويطلق على المستوى الذى توجد عنـده الغطاءات الجليدية الدائمة بخط الثلج Snow line (يتراوح منسوبه بين ٦٠٠٠ متر فى العروض الاستوائية ومستوى سطح البحر عند القطبين) وعندما يزداد تركم الثلوج فى اقليم ما من سـنة الى أخرى فانه يتحول بالتدريج الى جليد •

وقد تعرضت العروض العليا منذ مليون سنة (خلال البليستوسين) (١) لبرودة شـديدة وتزايدت المساحات المغطاة بالثلوج كما تزايد سمك التكوينات الثلجيـة فى الأقاليم القطبية Polar Regions فى الجـزء

---

(١) غطى الجليد فى البليستوسين ما يقرب من ٨ مليون ميل مربع فى نصف الكرة الشمالى نصف هذه المساحة فى امريكا الشمالية فى ثلاث مناطق هى لبرادور ، كيواتين على جانبى هـدسن وسـلاسل الكورديليرا كمـا غطى من اوروبا نحو ٣ مليون ميل امتد حتى شرق جبال اورال وفى نصف الكرة الجنوبى غطى اجزاء كبيرة من تسمانيا ونيوزيلند والتى ما زالت بهـا انهـارا جليدية حتى الآن كما غطى انتاركتيكا وما حولها من جزر •

الشـــمالى من أمريكا الشـــمالية والجزء الشـــمالى الغربى من أوربا وقد تحولت حقول الثلج الواسعة تدريجيا الى جليد امتد فوق معظم المناطق المنخفضةوبعض الجبال ، وتسمى الكتل الجليدية التى تغطى مساحات واسعة من اليابس المنخفض بالغطاءات الجليدية ice Sheets وتلك التى تحتل الأودية الجبلية يطلق عليها أودية جليدية V. Glaciers وتتمثل الغطاءات الجليدية الآن فى انتاركتيكا وجرينلند وتتمثل الاودية الجليدية فى الهيمالايا ، الانديز وجبال الألب والروكى وكسكيد •

وقد أطلق على الفترة التى كانت فيها العروض العليـــا مدفونة تحت الغطاءات الجليدية بالعصر الجليدى ice age ومع عودة الدفء فان أغلب الجليد قد أذيب وان كانت أقاليما واســـعة حول القطب ومناطق صـــغيرة فى المناطق الجبلية المرتفعة لازالت تحتوى على الثلاجات فى الوقت الحاضر ومعنى هـــذا أنها تعيش العصر الجليدى بخصائصه المعروفة فى البليستوسين •

ويعمل الجليد بوضوح على تغيير المظهر المورفولوجى للأقاليم التى تتعرض له فالمناطق المرتفعة تتعرض للنحت والمناطق المنخفضة تتعرض للارساب وفى أجزاء عديدة من القارات الشـــمالية التى تخلو الآن من الجليد تظهر فيها بوضوح ملامح النحت والارساب الجليدى •

فمع ذوبان الجليد عن نهاية العصر الجليدى تكونت كميات ضخمة من المياه التى أصبحت حرة فى تحركها بعضها تراكم فى حفر Hollows أو تجمـــع فى مناطق منخفضة خلف الركامات الجليـــدية moraines مكونا بحيرات وقد تكونت البحيرات العظمى بأمريكا الشمالية وبحيرات فنلندا بهذه الطريقة وأغلب المياه الذائبة قد انسابت فى صورة أنهار نحو البحر وهـــذه الأنهار قد حملت كميات ضخمة من الرواسب الركامية التى أرسبتها فى النهـــاية فى أقاليم خارج المناطق التى تعرضت للجليد حيث تتكون نتيجة لذلك ســـهول واسعة تسمى ســـهول الرودش الجليدى Out wash plains وهى عادة ما تكون رملية وخشنة •

التعرية الجليدية والظاهرات الناتجة عنها :

فى المرحلة الأولى لنحت الجليد يتم جذب المواد الصخرية المفتتة Plucking واحتوائها وهذه الرواسب عادة ما تكون مجواه فى قاع وجوانب النهر الجليدى على هذه المرحلة تفكك الصخر نتيجة لضغط وثقل الكتل الجليدية أثناء تحركها ونتيجة لاحتكاك المفتتات ببعضها يزداد تفتتها ويتم ذلك عادة بتحركها فى صورة مختلفة .

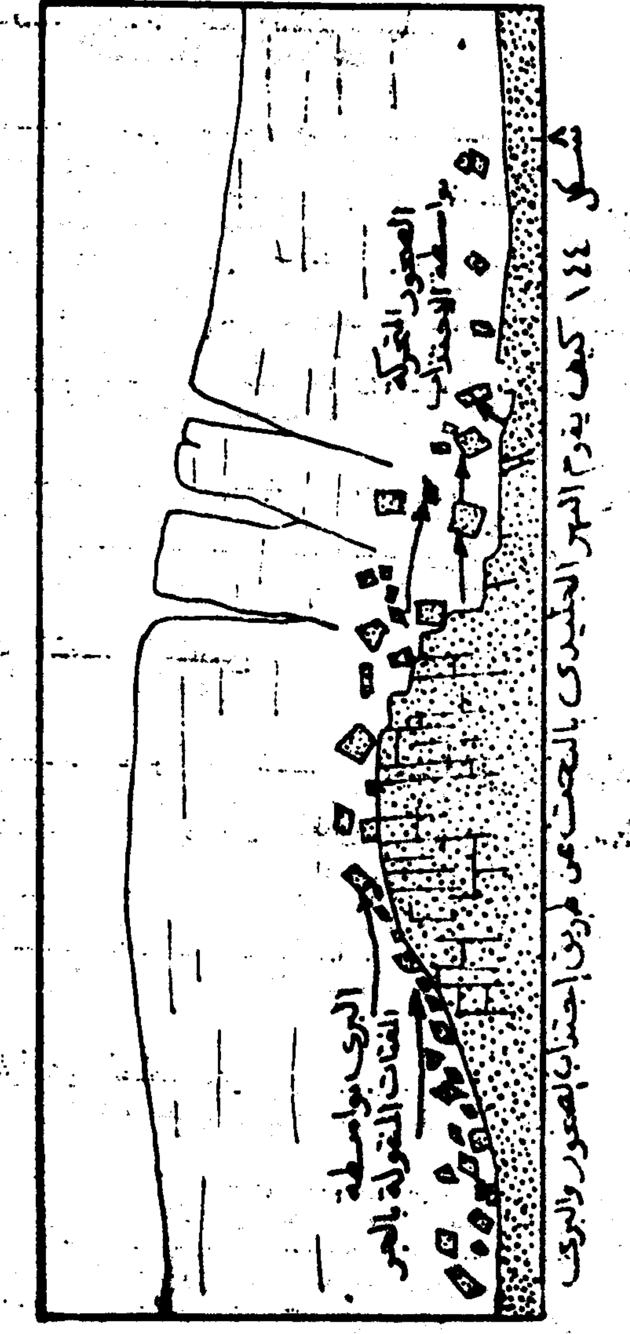
وينقل الجليد رواسبه بالجر Traction والتعلق Suspension وشكل (١٤٤) يوضح طريقة النقل بالجر والتعلق .

١ — ظاهرات النحت الجليدى :

تتمثل أهم ظاهرات النحت الجليدى فى الوادى الجليدى U Shaped Valley ، الوادى المعلق Hanging valley ، الحلبة الجليدية Crique (Corrie) وتبرز هذه الظاهرات من الشكل (١٤٥) وفيما يلى توضيحاً تفصيليا لهذه الظاهرات .

(أ) الوادى الجليدى U Shaped Valley :

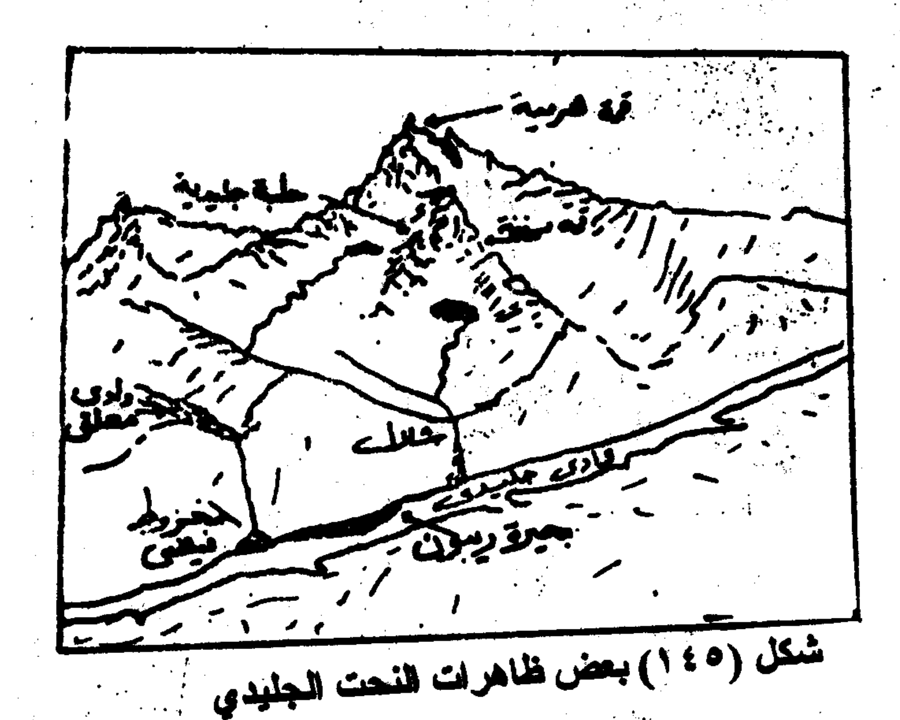
وهو عبارة عن نهر جليدى يتكون فوق قمم الجبال حتى تبلغ سفوحها الدنيا وتبدو فى صورة السنة كما أنها تتخير الأخوار والأنهار وقد تمتد لتصل إلى البحر كما هو الحال فى كثير من مناطق العروض العليا ، والوادى الجليدى يتحرك كالنهر المائى وان كانت حركته شديدة البطء حيث تتراوح سرعته بين ٥ر٢ سم و ٥ر١ متر تقريبا كل ٢٤ ساعة وقد أثبتت الدراسات أن السرعة وسط المجرى المائى عادة ما تكون أكبر من السرعة عند الجانبين وهو فى ذلك يماثل الأنهار وتستمد جليدها من أحواض تجمع الجليد neve التى تقع عند منسوب خط الثلج الدائم . وتتوقف أحجام هذه الأودية الجليدية



وأطوالها على مساحة أحواض تجمع الجليد وعلى كمية التساقط من الثلوج (١) وتبدو نهايات الاودية الجليدية Snouts في شكل أودية مقعرة . ويأخذه قطاعة العرضى شكل حرف U حيث يشتد انحدار الجوانب ويستوى القاع تقريبا كما يتميز بصفة عامة بقصر مجراه وأشهر

(١) محمد صفى الدين أبو العز ، المرجع السابق ، ص ٣١١ .

الأودية الجليدية فى أوربا وأطولها فى نفس الوقت وادى التش فى جبال الألب ويبلغ طوله نحــو ١٦ كيلو متر (شكل ١٤٥) .

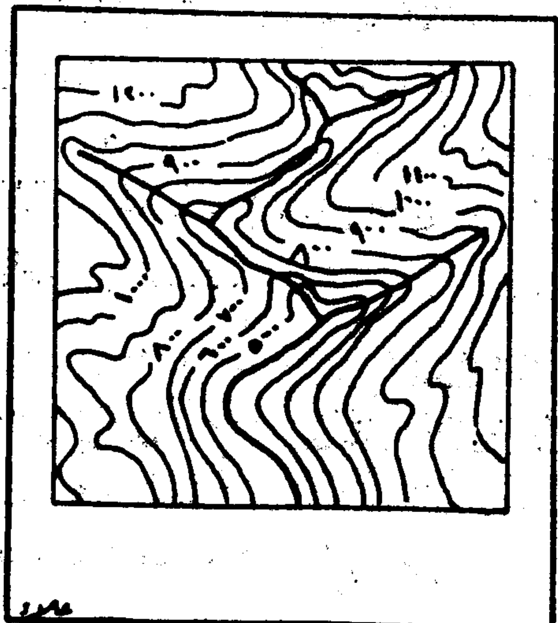


شكل (١٤٥) بعض ظاهرات النحت الجليدي

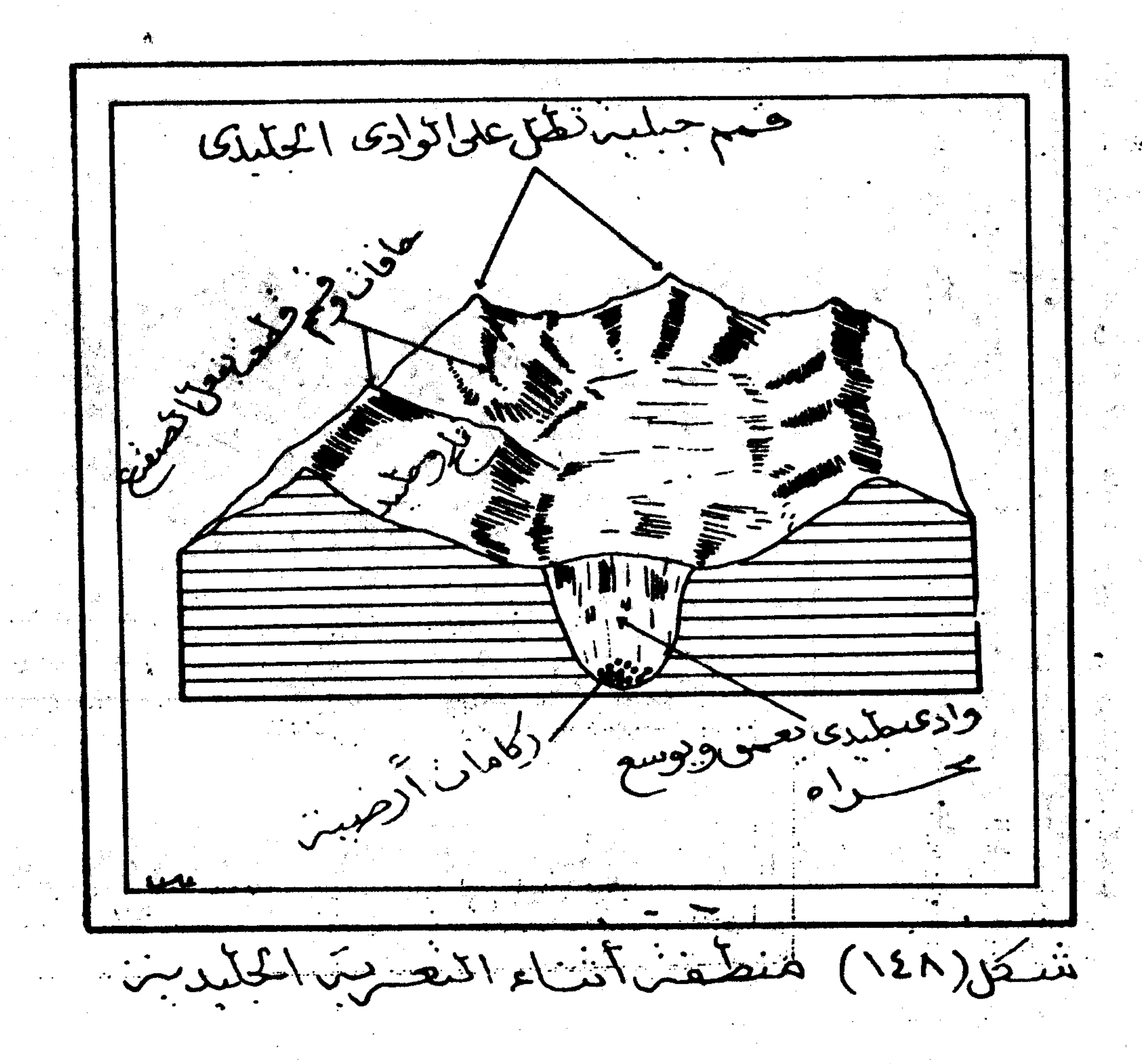
ويمــكن تتبع كيفيــة نشــأة الأودية الجليــدية من الأشــكال التوضحية التاليــة :

— شكل (١٤٦ أ) الذى يوضح منطقة ذات قمم جبلية وأودية نهرية قبل تعرضها للتعرية الجليدية ويبدو فيهــا القطاع العرضى للنهر فى شكل حرف V تحيط به مناطق مرتفعة تعرف بمناطق ما بين الأودية Interfluves لاحظ شكل (١٤٧) الذى يظهر المعالم الرئيسية للمنطقة السابقة بخطوط الكنتور .

ويتضح من شكل (١٤٨) نفس المنطقة السابقة فى حالة ســيادة التعرية الجليدية بها حيث تبدو الحافات والقمم وقد قطعت بفعل الصقيع والتجوية الميكانيكية لاحظ شكل الوادي الجليدى وقد زاد عمقا واتساعا وتراكمت المفتتات الجليدية فى القاع وهى التى يطلق عليهــا الركامات الوســطى .

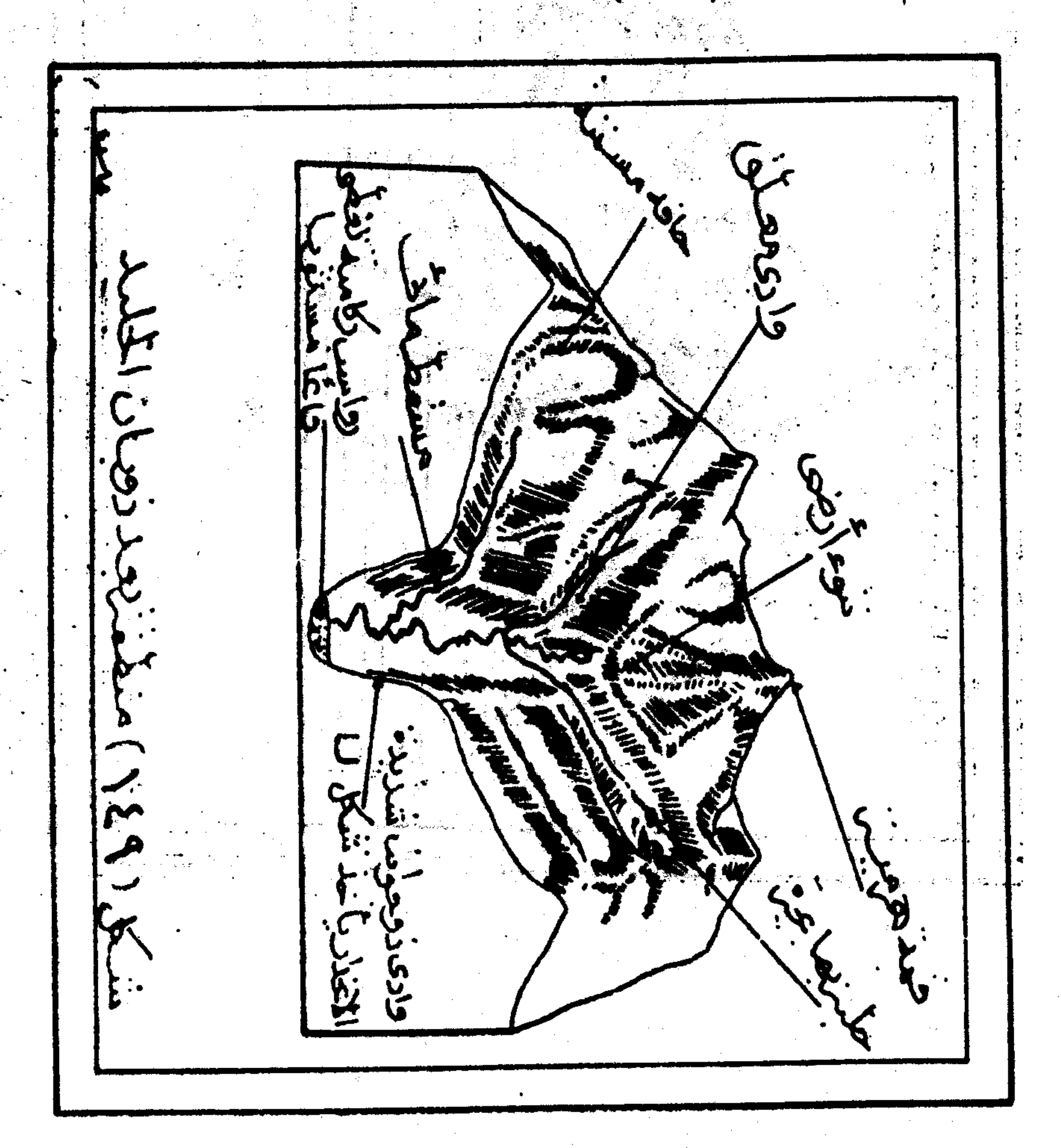


شكل (١٤٧) وادي جليدي ورافده

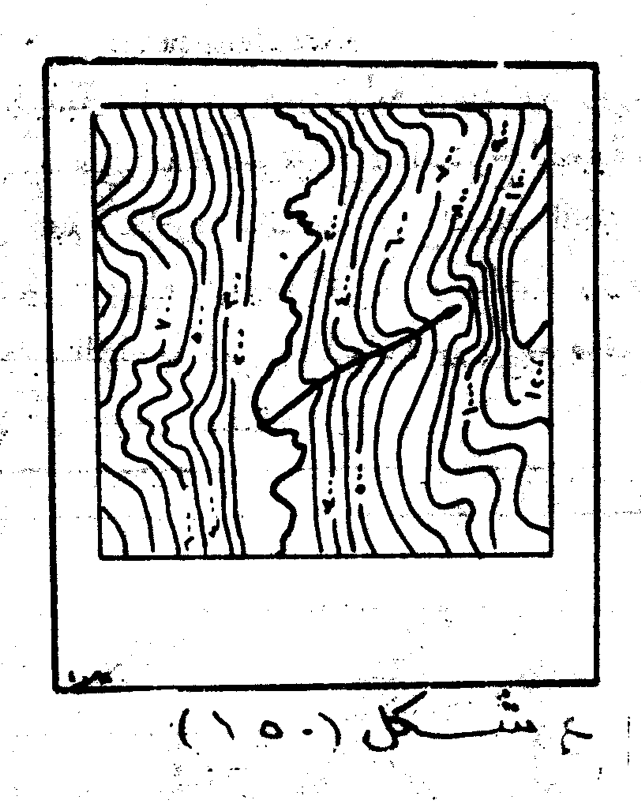


شكل (١٤٨) منطقة أثناء التعرية الجليدية

وفى شكل (١٤٩) تظهر المنطقة السابقة بعد ذوبان الجليد وقد زادت حدة القمم وتسننها وتبدو واضحة كقمم هرمية Pyramidal peaks وتظهر الحلبات الجليدية وقد شغلت قيعانها بحيرات مائية كمـا يظهر الوادى الجليدى تلتقى به على جانبيه أودية ترتفع مناسيب قيعانهـا عن منسوب قاع النهر الجليدى الرئيسى وهى التى يطلق عليهـا الأودية المعلقة • وتبدو الرواسب الركامية فى المجرى وقد أعطت القاع شكله غير المستوى « لاحظ الخريطة الكنتورية (١٥٠) الممثلة للمنطقة وقارنها بالرسم التوضيحى (١٤٩) •



شكل (١٤٩) منطقة بعد ذوبان الجليد



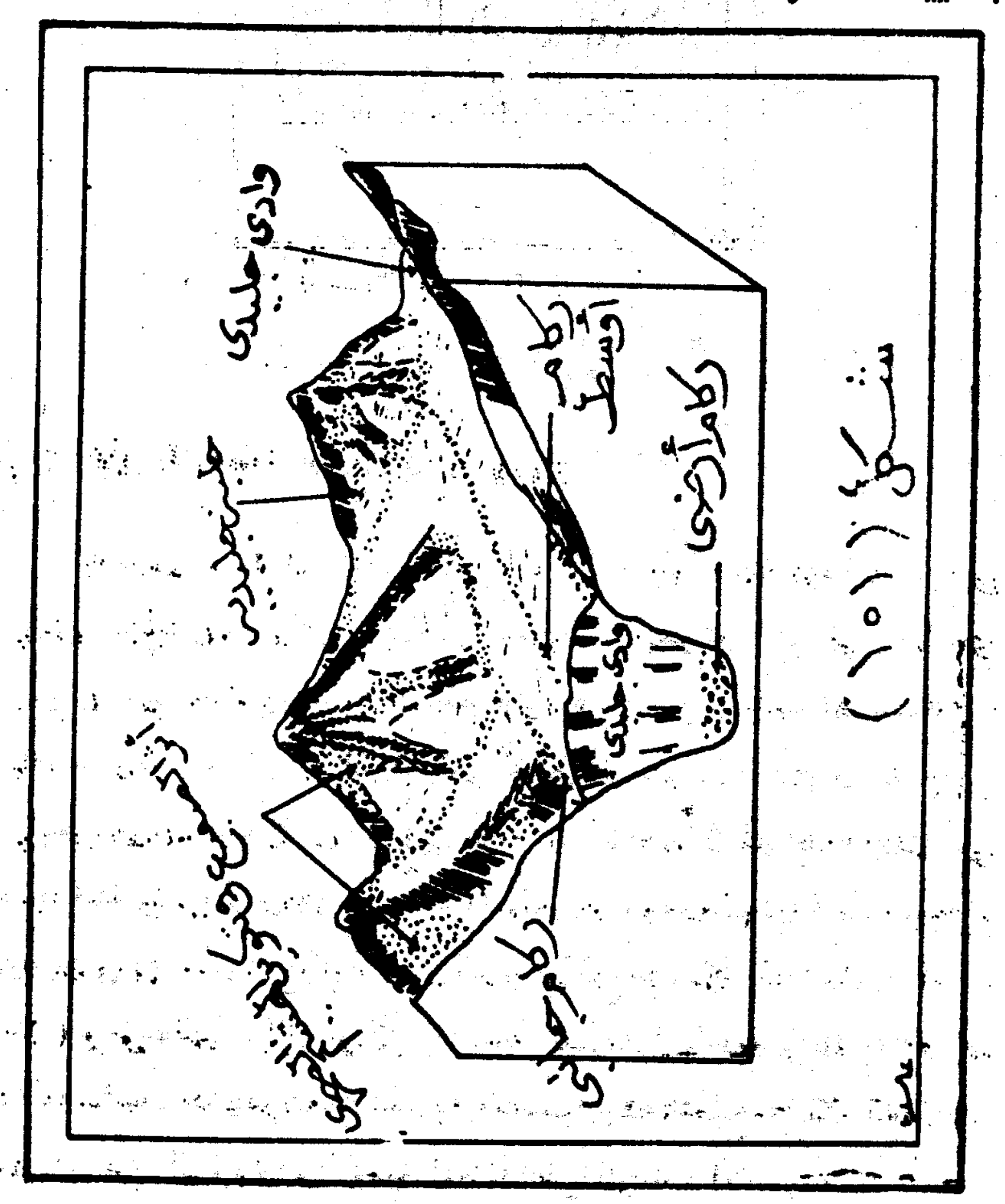
شكل (١٥٠)

(ب) الأودية المعلقة Hanging Valley :

كما يظهر من شكل (١٤٩) فان الوادى المعلق عبارة عن رافد جانبى للوادى الجليدى حفر مجراه على منسوب أعلى بحيث يلتقى بالوادى الجليدى عبر مساقط مائية ومثل هـذه الأودية من المحتمل أنها قد نتجت بهذه الصورة بسبب التزايد المستمر فى تعميق الوادى الجليدى فى نفس الوقت يحتوى فيه الوادى المعلق على كمية قليلة من الكتل الجليدية والتى أحيانا ما تختفى منه ومن هنا فان تعميقه يكون محدودا بحيث لا تستطيع التعميق حتى مستوى قاع الوادى الرئيسى (تتبع الأشكال ١٤٨ ، ١٤٩ ، ١٥١) وهى تظهر على التوالى المنطقة قبل التعرية الجليدية واثناءها ثم المنطقة ذاتها بعد حدوث عملية التعرية الجليدية وقد اتضح الشكل العام لكل من الوادى الجليدى والاودية المعلقة على الجانب الايسر .

(جـ) الحلبات الجليـــدية Cirques والحافات المســـننة Aretes والقمم الهرمية Pyramidal peaks :

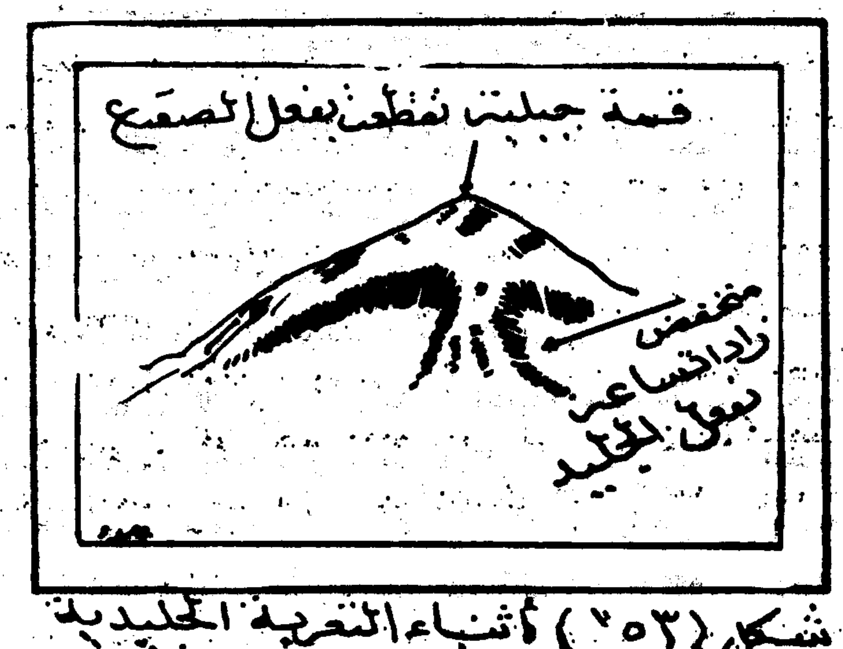
الحلبات الجليدية عبارة عن حفر أولية توجد عند رؤوس الأودية الجليدية عمل الجليد على زيادة تعميقها عند السفوح الجبلية وحولها الى حلبات وتعد من أهم الظاهرات الناتجة عن النحت الجليـــدى وتكاد لا تختفى من المناطق الجبلية المرتفعة التى تتأثر بالجليد وتتعدد الأسماء الدالة على الحلبات الجليدية فهى بالألمـــانية Kar وتعرف فى اسكندنافيا بالكييدل kjedel أو البوتن Botn .



والشكل (١٥٢) يوضح منطقة جبلية تظهر بها منخفضات ضحلة قبل أن تنتابها عملية النحت الجليدى والشكل (١٥٣) يوضح نفس المنطقة أثنــاء تعرضها للنحت الجليدى وقد اتسعت هــذه المنخفضات بفعل الجليد وزادت تعمقا كما برزت القمم الجبلية .



شكل (١٥٢) قبل التعرية الجليدية



شكل (١٥٣) أثناء التعرية الجليدية

وفى شكل (١٥٤) تظهر المنطقة وقد تجديت القمة وهى التى يطلق عليهـا القمة الهرمية Pyramidal peak بدلا من الشكل المستدير التى كانت عليـه قبل نحت الجليد لها كذلك ظهرت الحافة المسننة والتى تفصل بين حلبتين عميقتين تتميز كل واحدة منهما بشدة انحدار جوانبها وعندما تتجاوز أكثر من حلبة جليدية تنشأ القمم الهرمية(١) .



شكل (١٥٤) بعد التعرية الجليـدية

ويمتد الجليد من الحلبة الجليدية الى أسفل نحو الوادى الجليدى والمنطقة ما بين الوادى الجليدى والحلبة الجليدية تتميز بقاعها المرتفع يطلق عليهـا العتبة الجليدية ينحدر من فوقها الجليد نحو الوادى ويبدو المظهر العـام كمساقط جليـدية Ice falls ويرى الجيومورفولوجى الأمريكى W. V. Lewis أن العتبة الجليدية تكونت بسبب ضعف عمليات النحت الجليدى فوقها . والسبب فى ارتفاع قاع العتبة الجليدية يرجع فى الواقع الى أن ثقل الجليد فوقها يكون أقل كثيرا من ثقل الجليد المتراكم فوق قاع الحلبة نفسـها (راجع الأشكال ١٥٢ ، ١٥٣ ، ١٥٤) وعندما

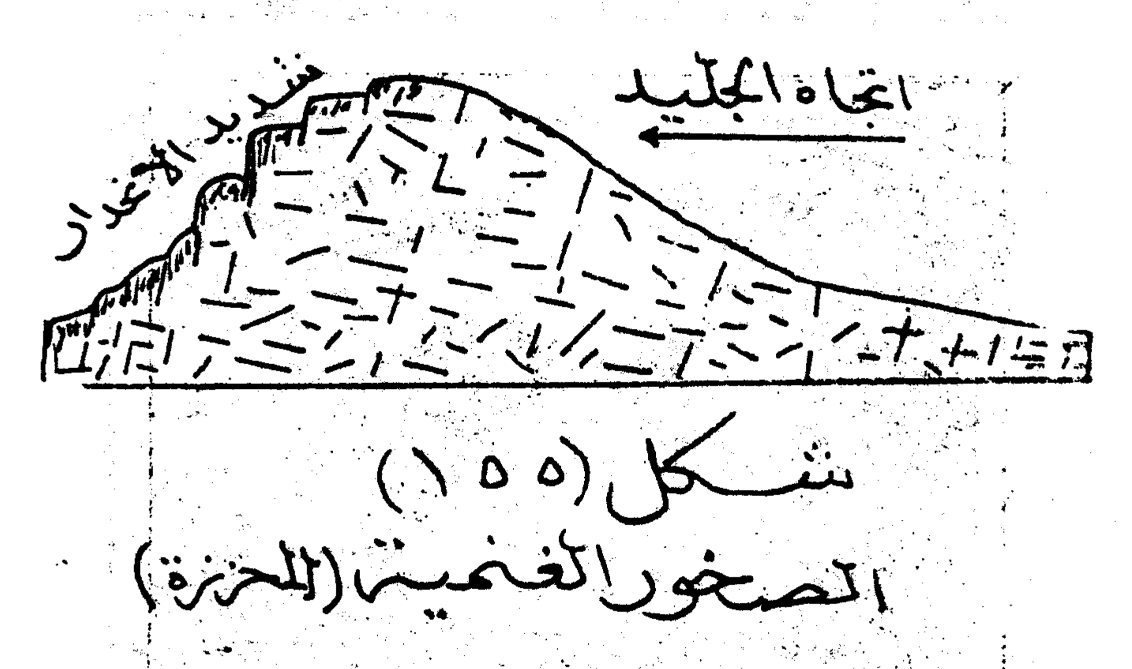
---

(١) ونتيجة لنتاج عمليات التوسع والتعميق فى الحلبات الجليدية تتمزق الحافات المسننة وتتهدم فى النهاية .

تكون السلاسل الجبلية مدفونة تحت غطاءات جليدية فان الجليد يعمل على استدارة قممها •

(د) الصخور المحززة أو الغنمية **Roches Moutonnes** :

تظهر هـذه الصخور بشكلها المحزز فى بطون الأودية الجليـدية حيث تبرز فى صورة محدبة بسبب عـدم استطاعة الجليد ازالتها أثنـاء نحته الرأسى لقـاع الوادى واكتفى أثره عليهـا فى الاندفاع فوقهـا والاحتكاك بها ولذلك نجدها ملساء مستديرة فى الجانب منها المواجه للأجزاء العليـا لمجرى النهر الجليدى بينما نجدها محززة كثيرة الخدوش Sriated (١) ومجعدة مع شـدة انحدارها فى الجانب المواجه للمصب (شكل ١٥٥) •



شكل (١٥٥)
الصخور الغنمية (المحززة)

وتعتبر الفيوردات **Fiords** من ظاهرات النحت الجليدى حيث تعد مصبات للاودية الجليدية (راجع الفصل السادس) •

---

(١) وذلك بسبب الرواسب الخشنة الحصوية حادة الزوايا **Angular** والذى يعمل الجليد بضغطه عليها فى خدش الصخور وتحززهـا .

ويمكن من الشكلين أن نتفهم الملامح المورفولوجية الرئيسية المميزة لمرحلتى الشباب والنضج شكل (١٥٦ ا ، ب) يوضح سلسلة من الحلبات الجليدية ذات الحوائط شديدة الانحدار والتى نحتت فى سلسلة بجهورن شمال ولاية ويومنج والتى تتميز قممها بالاستدارة Rounded Summit وتحتل البحيرات قيعان الحلبات الجليدية .





(ب)

شكل (١٥٦) يوضح مرحلة الشباب لمنطقة تسودها التعرية الجليدية

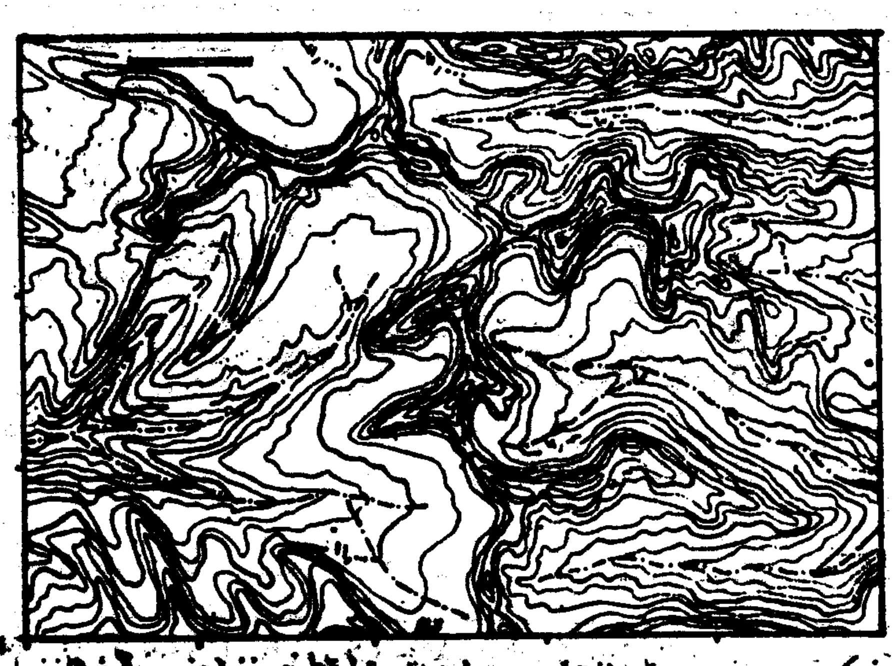
شكل (١٥٧ ا ، ب) يوضح جزءا من سلسلة جبال يونيتا الكبرى فى شمال يوتاه يعيش مرحلة النضج فى دورة التعرية الجليدية تظهر بـه

الحلبات الجليدية ذات القيعان المستوية نسبيا تفصلها عن بعضها حافات ضيقة ويظهر بها القمم المسننة كما نحتت الأنهار مجارى خانقية ضيقة تأخذ شكل ٧ عند مخارج الحلبات الجليدية .

٢ - الارســاب الجليــدى Glacial Deposition :

تحمل الثلاجات Glaciers كميات كبيرة من المفتتات الصـخرية التى يطلق عليهـا الركامات الجليدية Glacial Moraines بعضهـا



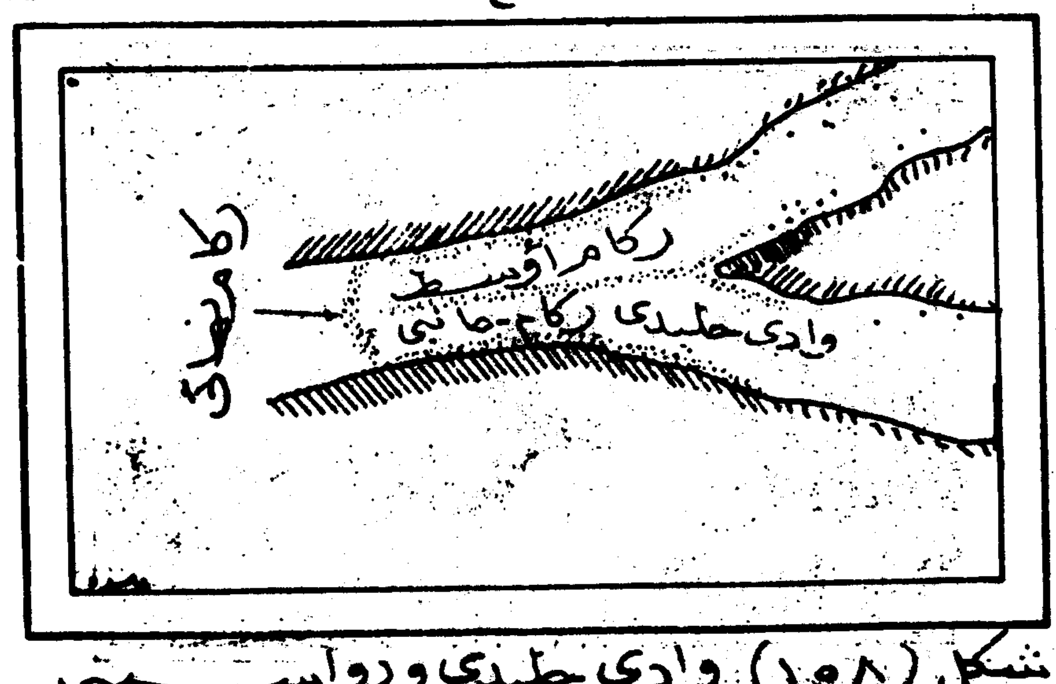


شكل (١٠٧) منطقة تسودها التعرية الجليدية (فى مرحلة النضج)

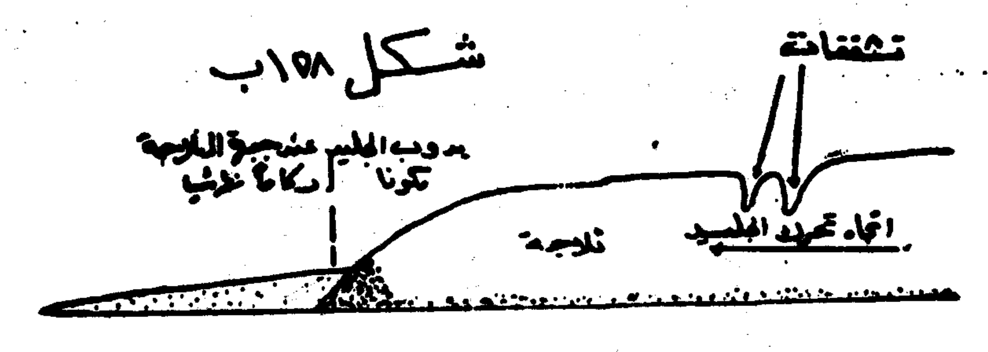
إشتق من قاع النهر الجليدى وترسب على القاع وعلى طول الجوانب والبعض الآخر قد تساقط على طول السفوح الجبلية حيث تراكم بفعل الصقيع Frost action وتسمى الركامات التى تمتد على طول جانبى الوادى الجليدى بالركامات الجانبية Lateral moraines وتلك التى تمتد أمام النهر الجليدى بالركامات النهائية Terminal moraimes وتسمى الركامات التى تترسب عند قاع النهر بالركامات الأرضية ground moriavs كما يتكون الركام الأوسط medial moraimes نتيجة اتحاد الركامات الجانبية لنهرين جليدين كما هو واضح فى شكل (١٥٨ ا) .

ويظهر من شكل (١٥٨ ب) قطاع فى نهر جليدى تظهر عليه التشققات الجليدية Crevasses والركامات الأرضية والنهائية وكيفية تكون كل منهما :

ويتكون الركام النهائى وينمو جيدا عند جبهة النهر الجليدى التى تتميز بالثبات لفترة طويلة ، فعندما يحدث الدفء يذوب الجليد ويختفى فى النهاية وبطبيعة الحال يأخذ هذا الأمر فترة طويلة ويحدث نتيجة لذلك ترسيب الركامات الجليدية وينتج عنها مظاهر مختلفة فى اللاند سكيب



شكل (١٥٨ ا) وادى جليدى ورواسبه



شكل ١٥٨ ب

الطبيعى Physical Landscape كما يظهر ذلك من شكل (١٥٩)
ويحمل الماء المذاب كميات كبيرة من الرواسب الركامية الناعمة التى
تترسب فى نهاية الامو كسهل للرواسب الجليدية Out wash plain



وعادة ما تتميز هـذه الرواسب بأحجامها الدقيقة وهى فى ذلك تشـبه الرواسـب النهرية .

والواقع أن الرواسب الجليدية الحقيقية تتميز بكونها غير مصنفة Unsorted حيث تختلط المواد الحصوية بأحجامها وأشكالها المختلفة اختلاطا كبيرا واذا أخذ المـاء الناتج عن ذوبان الجليد شكل النهر فان المواد الركامية تترسب فى شكل دلتـا عند جبهة النهر الجليدى واذا تراجعت الجبهة بسرعة كبيرة نسبيا فان الدلتـا تبدو طولية مكونة حافة يطلق عليهـا الاسكرز Eskars (راجع شكل ١٦٠) .

والرواسب الجليدية بملامحها التضاريسية المميزة عادة ما تنشأ عن كل من الأنهار الجليدية والغطاءات الجليدية .

وفيما يلى دراسة تفصيلية لظاهرات الارساب الجليدى والارساب الجليدى النهرى Fluvio glacial deposits .

اولا : الركامات الجليدية Glacial moraines وتنقسم الى :

١ — الركامات الجانبية Lateral moraines :

تتمثل فى الرواسب التى تتساقط من الجوانب بفعل التجوية الميكانيكية والانهيارات الجليدية avalanches حيث تترسب فى خطوط طولية على جانبى المجرى الجليدى فيما يعرف بالركامات الجانبية وهى تمتد بصورة متقطعة حسب طبيعة الصخور ومدى توافر الصخور المفككة وتترك أحيانا بينها وبين جوانب النهر الجليدى مناطق منخفضة تشغلها البحيرات الطولية الصغيرة وذلك عندما يذوب الجليد كما أنها قد تظهر فى جانب واحـد فقط .

٢ — الركام الأوسط Medial moraines :

ويظهر عادة عندما يلتقى مجريان جليديان أو أكثر فى مجرى واحد كما أنها قد تظهر فى نهر جليدى اذا ما التحم ركامان جانبيان بالمجرى

وهى كطبيعة الرواسب الجليدية مكونة من صـــخور مختلفة الأحجام غير مصنفة (شكل ١٥٨) •

(جـ) الركام النهـائى Termimal Moraine :

وهى رواسب صخرية مفككة يرسبها النهر الجليدى عنـــد نهايته يتوقف ترسيبها على حمولة النهر الجليدي من الرواسب وعلى قدرة النهر الجليدى على نحت الصخور بنفس الدرجـــة من السرعة التى تتراكم بها وكذلك على الفترة التى تمكثها جبهة الجليد الزاحف فى وضع واحد(١) •

يبين شكل (١٦١) امتداد نطاق من الركامات النهائية من الشـــمال الشرقى الى الجنـــوب الغربى تنتشر به أعداد لا حصر لها من التـــلال الصـــغيرة والمنخفضات والى الجنـــوب الغربى من الخريطة يمتد سهل متدرج الانحدار تظهر به بحيرة جليدية طولية والى الشـــمال من الركامات السابقة يمتد منطقة منخفضة منتشر بها المستنقعات والكثبان الجليدية •

وعموما فان الترسيب فى حالة الأنهار الجليدية يختلف عنه فى الأنهار المـــائية لأن النهر الجليدى يكون محملا بصخور كبيرة الحجم مختلطة بالمفتتات الصغيرة من الرمال والطين الدقيق •

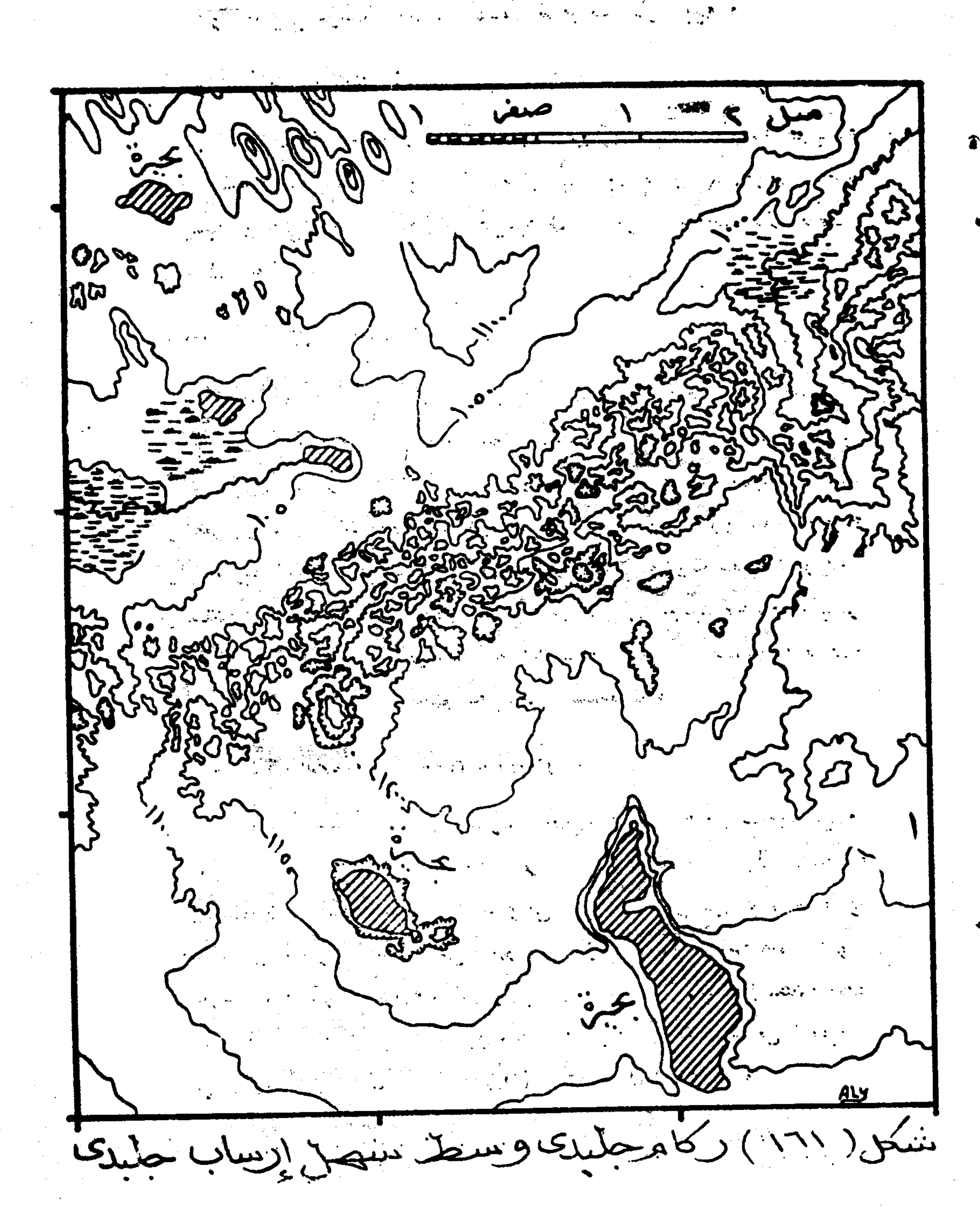
ثانيا : الارساب الجليدى النهرى Glaçio Fluviatile :

هنـــاك العديد من الأشكال الأرضية الناتجة عن ذوبان الجليـــد وجريانه فى صـــورة مجارى مائية وسط المناطق التى تعرضت للتعرية الجليدية حيث تعمل هـــذه المياه على اعادة تصنيف الرواسب بنوع من الترتيب تتناسب درجته مع طول المســـافة التى قطعتها الأنهـــار قبل عمليـــة الترسيب •

وتعرف الأشكال الأرضـــية الناتجة عن ذلك بالتكوينات الجليدية النهرية مثل الكام ، الاسكرز والكتل الضالة وغيرها •

---

(١) محمد صفى الدين أبو العز ، المرجع السابق ، ص ٢١٦ .



شكل (١٦١) ركام جليدي وسط سهل إرساب جليدي

وفيما يلى عرضا مختصرا لهذه الظاهرات الارسابية •

١ ــ الـكام Kame :

تبدو فى صورة تلال صغيرة مكونة من رواســب جليدية نهريــة وان كانت جيدة التصنيف ويعتقد أنها أرسبت أول ما أرسبت فوق أسطح جليدية أو على جوانب مجارى جليدية فى المناطق المنخفضة بكل منهــا (شكل ١٥٩) •

٢ ــ الاســكرز Eskers :

تبدو كما هو الحال فى شكل (١٦٠) فى صورة حافة طولية ضيقــة Ridge مكونة من الرمال والحصى تمتد على طول قاع المجرى المائى الذى يجرى أسفل المجرى الجليدى وقد تم ترسيبها بعد ذوبان الجليد وتتميز رواسبها بانتظامها فى صورة طبقات كما يبدو فى الرواسب الرملية والحصوية الشكل البيضاوى oval مما يدل على حدوث عملية دحرجة واستدارة لها قامت بها الأنهار الناتجة عن ذوبان الجليد وعادة ما يكثر وجودها قرب جوانب النهر كما أنها أحيانا ما يبدو غير مستقيمة متخذة شكل المجري المائى الذى تظهر به بعض المنعطفات •

٣ ــ الكتل الضالة Erratic Blocks :

والكتل الضالة عبارة عن جلمود Boulder تم نقله من مناطق بعيدة (منابع النهر الجليدى) بواسطة النهر الجليدى وعادة ما تترك جانحــة Stranded عندما يذوب الجليد وهى غالبا ما تكون من نوع صخرى يختلف عن صخور المنطقة التى تظهر بها • وفى مناطق عديدة مثل داكوتا الجنوبية ، منسوتا وغيرهما من ولايات الشمال بالولايات المتحدة نجد الكتل الضالة منتشرة بأعداد كبيرة جدا لدرجة أنها تقف ضمن العقبات التى تواجه الزراعة فى تلك المناطق[1] راجع شكل (١٥٩) •

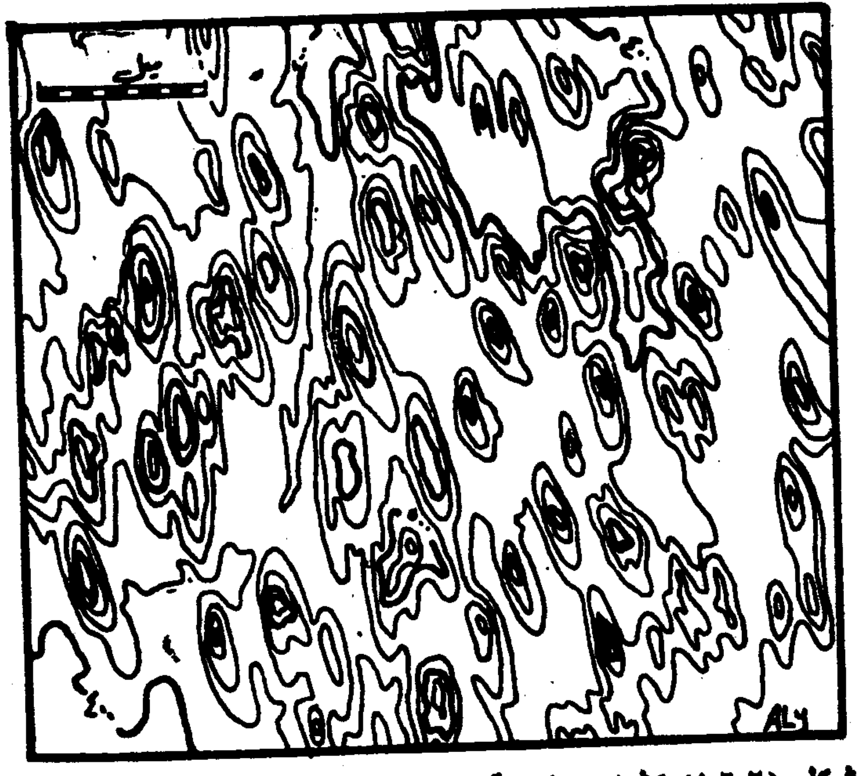
---

(1) Moore. W.G., The Penguin Dictionary of Geography , Fifth Edition, 1978, p 79.

٤ — الكثبان الجليــدية Drumlins :

وهي عبارة عن كدوة طويلة Hummock ناعمة مكونة من الجلاميد والصلصال ذات محور طولى يمتد موازيا لاتجاه تحرك الغطاء الجليدى المســئول عن ترسيبه ice Sheet وهى تختلف فى مجملها من ربوة صــغيرة إلى تل يصل طوله الى كيلو مترين وارتفاعه تسعون مترا وتظهر بصفة عامة فى أعداد كبيرة أحيانا يطلق على المظهر العــام لانتشارها بتضاريس سلال البيض « Basket of eggs telief » .

وليس مؤكدا مصدر الرواسب المكونة للكثبان الجليدية وان كان من المحتمل أنها شظايا ومفتتات من الركامات الأرضية وأشهر الكثبان



شكل (١٦٢) كثبان جليدية

(1) Monkhouse, F. J ., Ibid., p 114.

الجليدية فى العالم تلك التى تقع فى أيرلنـدا الشمالية وشمال إنجلترا فى وادى ادن Eden. V. وفى شمال الولايات المتحـدة قرب ماديسون ، وسكونسن وجنوب بحيرة أونتاريو وسط ولاية نيويورك وفى منسوتـا وداكوتا الجنوبية .

كما يوضح شكل (١٦٢) مجموعة من الكثبان الجليدية Drumlins غرب ولاية نيويورك .

الفصـــل الثامن

الجيومورفولوجيا والنشاطات البشرية

للدراسة الجيومورفولوجية الواعية أهميتها الكبيرة فى تفهم الأبعاد الحقيقية للظاهرات الخاصة باللاندسكيب الطبيعي وعلاقتها بعناصر البيئة المختلفة من تغيرات مناخية وتكوينات جيولوجية وغيرها تنعكس بوضوح على التطور الجيومورفولوجى لأى منطقة ، ولا يمكن لغير الجيومورفولوجي أن يتفهم هـذه الصور التطورية والأبعاد الهندسية للظاهرات الطبيعية المختلفة وتوزيعها الجغرافي وتباينها من منطقة الى أخرى فهو يغطى العـديد من أفرع العـلوم الأخـرى كالجيولوجيـا والهيدرولوجيـا الأوقيانوغرافيا وغيرها الكثير من النتائج العلمية الهامة التى يتوصل اليها من خلال مفاهيمه الواضحة •

كما تساهم الخرائط الجيومورفولوجية الحديثة فى توضيح العلاقة المتبادلة بين نوع الصخر ونظام بنائه وعوامل التعرية المختلفة التى تعمل على تشـكيل الصخر واظهار العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية المتنـوعة •

والواقع أن الجيولوجيا تعد أكثر العلوم اقترابا من الجيومورفولوجيا ولا تنتهى العلاقة المتبادلة بينهما فعلى الجيومورفولوجى أن يلم بأسس ومفاهيم علم الجيولوجيـا ويتذكر دائمـا بأن الرواد الأول لعلم الجيومورفولوجيا كانوا جيولوجيين وفى المقابل لأن للجيولوجى أن يكون ملما بمفاهيم الجيومورفولوجيا لكى يتيسر له أن يفسر تفسيرا سليما ظاهرات سـطح الأرض وتطورها عبر الأزمنة والعصـور الجيولوجية المختلفـة •

والدراسة الجيومورفولوجية ليست فى الواقع جامدة حيث يستطيع الجغرافى ملاحظة الكثير من الظاهرات الطبيعية مثل الفيضانات النهرية وتأثر جوانب الأنهار بانزلاقات التربة التى تؤدى الى انهيار أجزاء كبيرة من جوانب الأودية كذلك خروج المــواد المنصهرة من فوهات البراكين وتحرك المفتتات على سفوح الأودية والتى تعد نوعا من الجرف التدريجى للتربة السطحية مما يؤدى الى اضعاف التربة الزراعية كما أنه مع ملاحظته الواعية لتلك الظاهرات يعتنى بقياسها وتطورها وتحديد مواقعها وتوضيح أثر الانسان كعامل رئيسى فى تعديل بيئته الطبيعية •

فعندما يزيل الانســان الغطاء النباتى أو يقطع الأشــجار فهو فى نفس الوقت تساعد على تعرض التربة للجرف وعندما يقيم ســدا أو يشق طريقا فانه يعدل فى البيئة القديمة وقد يصحب هــذا التغيير تحوير فى العمليات الديناميكية والجيومورفولوجية الســائدة فى المنطقة •

ويمكن الاستفادة من الجيومورفولوجية بصفة خاصة لحل الكثير من المشــكلات المتعلقة بالتربة فالتطور الجيومورفولوجى من بين العوامل الرئيســية فى تكوين التربة ففى كثير من المنــاطق يرتبط توزيع التربة ارتباطا وثيقا بدورات الارسلب والنحت المتعاقبة المتصلة بدورها بالتطور الجيومورفولوجى خلال الزمن الرابع حتى أصبح الكثير من دراسى التربة يعتمــدون فى دراستهم التمهيــدية على الخــرائط الجيومورفولوجية التفصيلية للتكوينات الســطحية لتفهم ماهيه تكوين المظهر الطبيعى فى مناطق مشروعات التنمية الزراعية[1] •

وعموما أصبحت الخــرائط الجيومورفوهندسية ngineering geomor phologieal maps — أسلوبا شــائعا فى دول عديدة بأوربا وجنوب افريقيا خاصــة فى دراســات اختيار مواضع المراكز العمرانية Settlements وهندسة الطرق ومن أبرز تلك التطبيقات مواضع

---

(١) روجر منشن ، تطر الجغرافيا الحديثة ، ترجمة محمد السيلا غلاب ودولت احمد صادق ، القاهرة ، ١٩٧٣ ، ص ١١٠ •

البناء وغيرها من المشاريع الهندسية فى تشيكوسلوفاكيا والتطبيقات التى قام بها أفراد معهد الجيومورفولوجيا التطبيقية فى مجال تطور العمران الحضرى وتخطيط الطرق كالطريق الرئيسى رقم ٢ عبر نهر كويل فى جبال الألب وفى بريطانيا استخدمت الخرائط الجيومورفولوجية لأول مرة عام ١٩٧٢ من قبل مهندسى الميدان وذلك لفهم طبيعة أشكال سطح الأرض والعمليات الجيومورفولوجية التى تواجه المهندسين فى منطقة المشروع وقد كان مشروع طريق وادى تاف Taff Valley جنوب ويلز أول مشروع استخدمت فيه أساليب المسح الجيومورفولوجى(١) .

وفى هذا الفصل سيركز الباحث اهتمامه فى ابراز العلاقة بين الظاهرات الجيومورفولوجية الرئيسية والانسان ومدى التغييرات التى قام بها لتغيير الخصائص الطبيعية لهذه الظاهرات ودور الفهم الجيومورفولوجى فى هذه التغيرات والاستخدامات البشرية كبناء السدود ووصف الطرق وكبح جماح الكثبان الرملية وغير ذلك من الاستخدامات .

١ ـ الأنهار والانسان :

تلعب الأنهار دورا قويا فى حياة البشرية . فتشير الحفريات والوثائق التاريخية أن الانسان فى مراحله المبكرة قد استقطب نحو ضفاف الأنهار والبحيرات ومع ما يشهده العالم الآن من تطور وتقدم حضارى فما زالت الأنهار تجتذب الأعداد الضخمة من السكان .

وهنا سوف نتناول استخدام الانسان للانهار كظاهرة جيومورفولوجية رئيسية : مخاطر الأنهار ، التعديلات المستمرة فى الأنهار حيث أن الأنهار التى تعد من بين أهم الموارد الطبيعية المتاحة للانسان فان فيضاناتها تعد من أخطر الظاهرات الطبيعية تدميرا وضررا ونتيجة لذلك فان

---

(١) يحيى عيسى فرحان : التطبيق الهندسى للخرائط الجيومورفولوجية، الكويت ، ١٩٨٠ ، ص ١٥ ، ١٦ .

الانسان قد عدل كثيرا من الانهار اتقاء لاخطار الفيضانات والحد منهـا وتنظيم مياهها لعمليات الري وخلاف ذلك من استخدامات •

(أ) استخدام الأنهار :

تستخدم مياه الانهار لاغراض الصناعه ، والزراعة والشرب كما تستخدم قناة النهر للملاحة navigation اذا كان مجرى النهر يصلح لذلك كما تستخدم مياهها في توليد الطاقه الكهرومائيه •

ويقدر استخدام الفرد للمياه في الولايات المتحدة ما بين ١٤٠ الى ١٨٠ جالونا يوميا كما أن نحـو ٤٦٪ من مياه الأنهار في الولايات المتحدة تستخدم للأغراض الصناعية وثلثى حاجة الزراعة بها تستخدم مياه الري من الأنهار العديدة بها •

وهنـاك العديد من الأقاليم الجافة وشبه الجافة تعتمد كلية في زراعتها على مياه الأنهار مثلما الحال في مصر وباكستان وغيرهما •

وتعتبر الأنهار في قطاعات كبيرة منها طرقا مائية هامة متوغلة في أراضي وعرة Rugged Terrain أو مناطق الغابات الكثيفـة كحوض الأمزون وكذلك في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية كنهر النيـل في جزئه الأدنى ، فقد لعبت أنهـار سانت لورنس ، هدسن ، موهوك ، أوهايو والمسيسبي أدوارها الكبيرة في اكتشاف وتعمير أمريكا الشمالية كما أنها مازالت تمثل طرقا ملاحية داخلية هامة تنقل نحـو ١٥٪ من جملة البضائع والركاب عبر القارة وتلعب أنهار أوربا كذلك دورها الكبير في نقـل البضائع والركاب عبر القارة خاصـة بالنسبة للدول الداخلية مثل سويسرا والنمسا والأولى تعتمد على نهر الراين في جزء كبير من تجارتها عبر الأراضي الألمانية والهولندية وأقيمت عليـه موانئ هامة مثل بازل • وتستخدم أنهار سيبيريا في نقـل الأخشاب وكذلك نهر زائير يستخدم في نقل معظم دولة زائير حيث ميناء متادى الرئيسى

مع تفادى مناطق الشلالات كما يقوم نهر الامزون بدور كبير فى هـذا المجال بدولة البرازيل ولابلاتا فى الارجنتين وغيرها من الانهار فى مناطق عديدة من العالم ٠

وتلعب الأنهار كذلك دورها فى توليـد الطاقة الكهربائية بواسطة توربينات تتحرك مع تدفق ميـاه الأنهار بصورة طبيعية مثـل مناطق البيدمونت شرق الولايات المتحدة أو مع انشاء السدود على الإنهـار قليلة الانحدار كما هو الحال فى السـد العالى فى مصر ٠

وتعتبر الأقاليم المدارية فى العالم من أكثر المناطق التى تملك امكانيات ضخمة لتوليد الطاقة الكهربية من الأنهار بسبب كميات التصرف الضخمة فى أنهارها وبسبب وجود شلالات طبيعية مثل شلالات مارشيزون على نهر زمبيزى ، وخارج النطاقات المدارية فان العديد من الأقاليم التلية والجبلية — التى تتميز بمناخات رطبة — بها امكانيات كبيرة لتوليد الكهرباء مثل النطاق الشـمالى الغربى من الولايات المتحـدة ، شـمال أونتاريو وكويبك ونيوفوندلاند وكولومبيا البريطانية فى كندا ، جبال الالب فى أوربا والأورال فى الاتحاد السوفيتى ٠

وتبرز أهمية الانهار أيضا فى كونها تمثل فى قطاعات كبيرة منهـا حدودا سياسية فى بعض المناطق بين الدول فنهر يوجراند يمثل جزءا كبيرا من الحـدود السياسية بين الولايات المتحـدة والمكسيك كمـا يمثل المسيسبى حدا اداريا بين ولايتى منسوتا ولويزيانا ٠ وفى أمريكا الجنوبية يمثل نهر برانا ورافده براجواى حدودا بين دولتى براجواى والارجنتين وبين براجواى والبرازيل كما يمثل نهر أموز جزءا من الحدود بين الاتحاد السوفيتى والصين ٠

واذا كانت الأنهار تمثل حدودا طبيعية فان أحواض تصريفها تعد أيضا وحدات طبيعية متكاملة وتستـخدم كذلك خطوط تقسيم المياه بين

الأحواض النهرية كحدود سياسية بين الدول كما هو الحال بين السودان وزائير وبين شيلى والأرجنتين .

والواقع أن الاستخدام البشرى للأنهار ــ قد جذب مراكز الاستقرار والانشاءات الصناعية المختلفة نحو ضفاف الأنهار وفى سهولها الفيضية التى تتميز باستوائها وخصوبتها وهنـاك العديد من المدن الأمريكية تقع فى السهل الفيضى ملاصقة للأنهار مثل العاصمة واشنطن ونيوأورليانز وغيرهما وكذلك مدن مصر فى الوادى والدلتـا ومدن نهر الكانج بالهند وبنجلاديش ، كما أن بعض المدن الكبرى فى أوربا تقع بجوار الأنهار مثـل مدن الراين ووادى الرور والأخير تقع فى حوضه أكثر منطقـة تجمع صناعى فى أوروبا .

(ب) أخطار الأنهـار :

برغم أهمية الأنهار فانها تعد من بين أكثر المواقع خطرا على سطح الأرض فالفيضانات تحدث بصورة طبيعية وعلى مستوى عالمى وبشكل متكرر ، ونتيجة لاقتراب مراكز العمران والازدحام السـكانى بجوار الأنهار فان الخسائر الناجمة عن الفيضانات عادة ما تكون مدمرة ، وهناك العديد من العوامل الطبيعية التى تتحكم فى حجم الاضرار الناجمة عن الفيضانات مثل عمق وسرعة مياه الفيضان ، مدى المفاجأة فى حدوثه ومدة بقاء الفيضان The duration of flood وكميـة الرواسب والمفتتات التى يحملها ماء الفيضان كل هـذه العوامل تضاف الى الأضرار .

ومن الفيضانات التى كان لها أضرار جسيمة تلك التى حدثت فى السهول الفيضية المكتظة بالسكان فى وادى اليانجتيسى وذلك فى سنة ١٩١١ مما أدى الى مقتل ٠٠٠ر١٠٠ نسمة ، كما حدث فى سـنة ١٩٧٢ فيضانات بالأنهار الشرقية للولايات المتحدة أدى الى مقتل ١٠٠ شخص بينما كانت الخسائر فى المنشآت نحو ٢ بليون دولار وذلك بسبب عواصف الهريكين ، وهنـاك العديد من التسـجيلات الخاصـة بفيضانات مدمرة للمنشآت

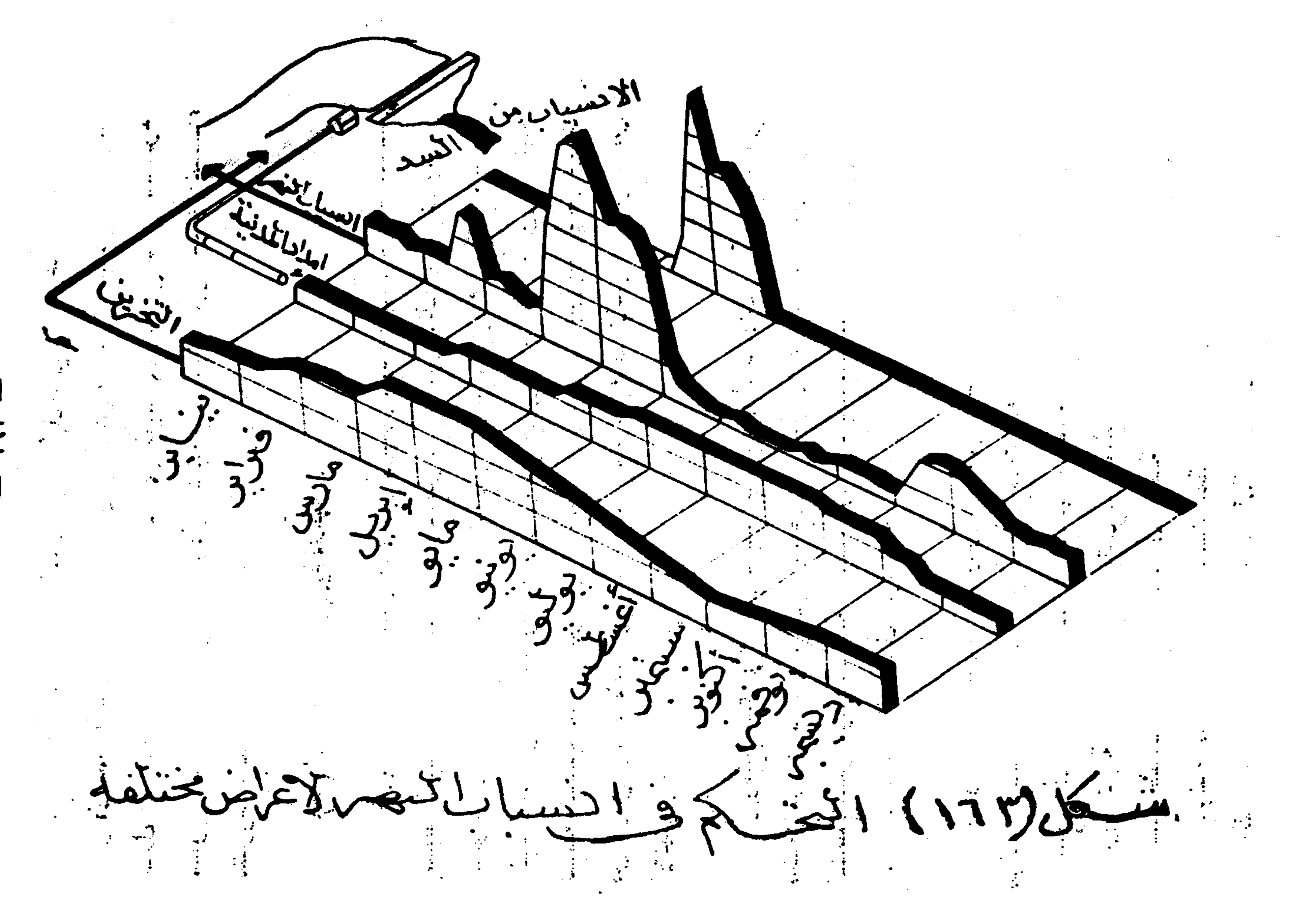
والمزارع وقتل وتشريد الآلاف ، وليس أدل على مخاطرها اذا عرفنا أن أكبر الأخطار الطبيعية التى تعرضت لها دولة كبرى كالولايات المتحدة خلال الـ ٤٥ سنة الأخيرة نشأت عن الفيضانات والتى تقدر خسائرها سنويا بنحو ٣٠٠ مليون دولار نتيجة لكل ذلك تبرز أهمية انشاء مشروعات ضبط مياه الأنهار .

(د) التعديلات البشرية للأنهار :

تظهر التعديلات البشرية للأنهار فى صور مختلفة فى المنشآت الخاصة بضبط الفيضانات من سدود وقناطر وخزانات تتمثل أيضا فى حفر القنوات لأغراض الرى وتعميق الأنهار من أجل الملاحة النهرية وسحب المياه لأغراض الشرب وغيرها من الاستخدامات الاخرى والواقع أنه نتيجة لسحب مياه النهر تزداد عمليات النحت فى جوانب النهر وتقلل من فرص واحتمالات توليد الطاقة الكهربائية فى الأجزاء الدنيا من الأنهار .

ويوضح شكل (١٦٣) ضبط الجريان فى أحد الأنهار وأثر ذلك على مائية النهر فى جزئه الادنى فيتضح منه الخزان الذى ينظم الجريان غير المنتظم للنهر ليوفر للمعينة حاجتها من المياه بانتظام حيث يتم فيه تخزين المياه الزائدة خلال فصل الربيع .

والواقع أن الفهم الجيومورفولوجى يفيد كثيرا فى حسن اختيار مواضع انشاء الخزانات والسدود حيث انه يجب دراسة خصائص الصخور فى المنطقة من حيث أنواعها وصورها البنائية فحبذا لو كانت صخورا نارية أو متحولة بما يقلل من تكاليف الانشاءات باعتبارها أساسات طبيعية قوية خاصة فى منطقة تكوين النهر فيها ضيقا كما يحدد موضع منطقة الخزان بحيث يمكن انشاء قنوات نهرية جانبية وأن تكون هذه المنطقة قريبة من أماكن تواجد المواد الخام اللازمة للبناء ويعد الجيومورفولوجى أقدر من غيره فى تحديد الطول الزمنى



شكل (١٦٣) التحكم في انسياب النهر لأغراض مختلفة

لعمر الخزان ءذلك بحساب كميات الرواسب التى تتجمع على مدى فترات زمنية محدودة ، وهنـــاك العديد من السدود والخزانات قد انهارت بسبب عـــدم الالتزام الكاف من قبـل المهندسين بالأخذ فى الاعتبـار المعلومات الجيولوجية والجيومورفولوجية للمنطقة مثلما حدث فى سـد هولزبار على نهر تنسى غرب شتانوجا بالولايات المتحـــدة الأمريكية حيث تصدعت جوانب وقاع الخزان وفشل الموضوع هندسيا واقتصاديا(١) .

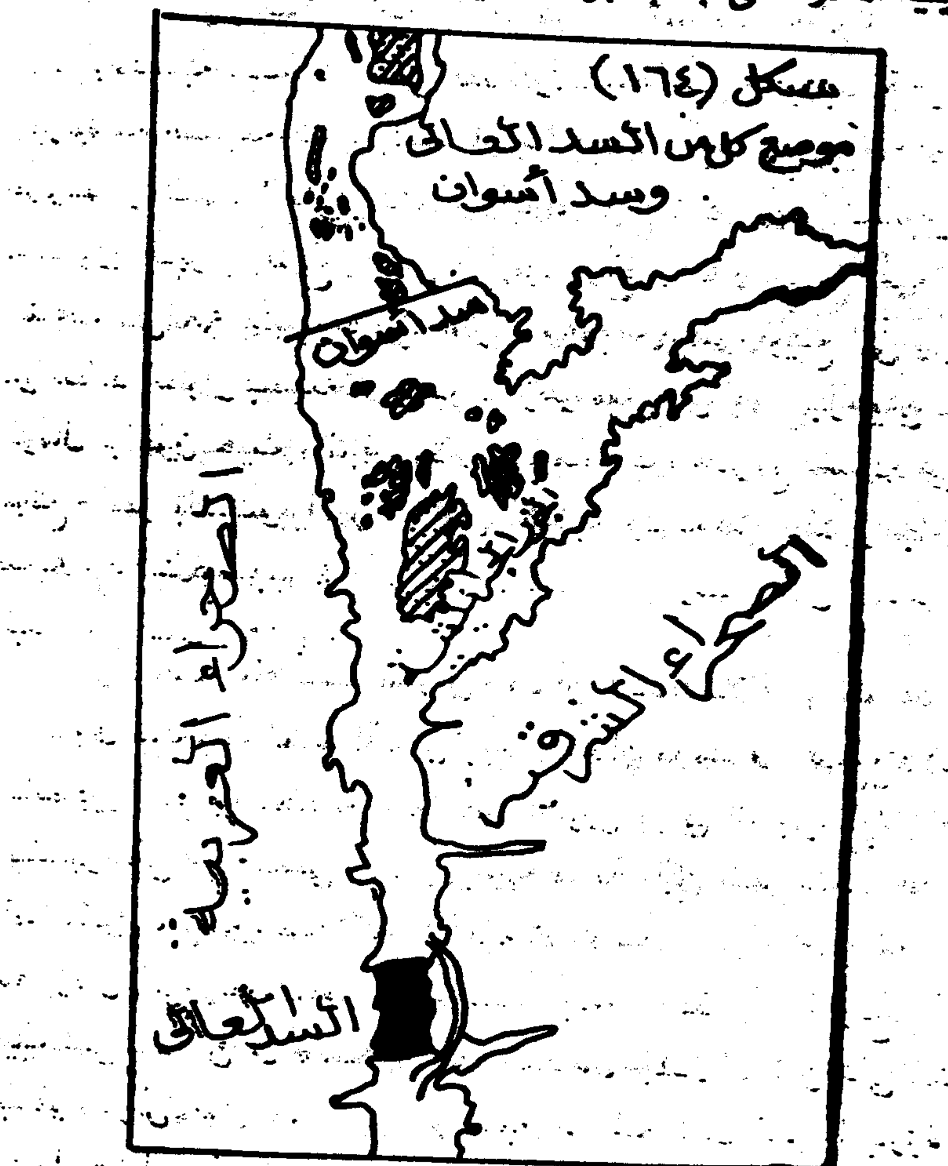
وبالنسبة للســد العالى فقد درست المنطقـــة قبلبنائه دراســة جيولوجية تفصيلية كمـــا رسمت خرائط بمقاييس رسم كبيرة لتحـــديد ظروفها والســـد العالى باختصار عبارة عن ســد ركامى ضخم يســد مجـــرى النهر بارتفاع ١١١ مترا فوق قاع النهر ويصل عرضه عنـد القاعدة الى ٩٨ مترا وعرض الطريق فوقه ٤٠ مترا ويقع الى الجنوب من ســد أسوان بسبعة كيلو مترات وهو مبنى من ركام جرانيتى تتخلله الرمال والطين حيث تكثر هـذه التكوينات قرب موقع الســد ويتميز موقع النهر بالختناق النهر وتكوين جوانبه وقاعه من صخور جرانيتية صلبة مما قلل نسبيا من تكاليف الانشـــاء والوقت الذى استغرق فى البنـــاء (شكل ١٦٤) .

وفى حالة بناء ســد أسوان وجد أن هنـــاك ثلاثة مواضع قد تصلح لبنائه وهى خانق السلسلة ، كلابشه وأسوان ووجد فى الموضع الأول أن الصخور على كلا جانبى النهر من الحجر الرملى النوبى قليلة الصلابة وأما خانق كلابشه فصخوره جرانيتية صلبة ولكن النهر يتميز هنا بعمقه مما يؤدى الى زيادة التكلفة فى نفقات البنـــاء وقد اختير موقع أسوان حيث بنى الخزان فى منطقة عريضة شـــمال جندل أسوان على امتداد كيـــلو مترين فوق صـــخور جرانيتية صـــلبة تمثل أجزاءا بارزة من الجندل الأول .

---

(١) حسن سيد أبو العينين ، مرجع سبق ذكره ، ص ٧١٧ .

ولكى يكون بناء السـدود النهرية سليما يجب أخذ الحساب عند موقع السـد الى عمق لا يقـل عن ثلاث أقدام تحت أكثر المستويات انخفاضا فى الخزان أما المناطق التى تدل ظروف الأرض أو جيولوجيتها على احتمال حدوث نشع seepage أو أخطـار على الأساسات فيجب اجراء الفحوص الى أعماق أكبر كما يقدر ارتفاع السـد تبعا للاحتياجات التخزينية المقدرة الى جانب جزء لتخزين الفيضان(١) ولا شك أن هـذه



---

(١) جلين ا . شواب وآخرين ، المبادىء الاولية لهندسة الارض والمياه ترجمة منجى زين العابدين واحمد طاهر عبد الصادق ، القاهرة ١٩٧٨ ، ص ٢٢٠ .

الأمور أخذت فى الحسبان عند بنــاء السدود والقناطر على نهر النيل وغيره من أنهار .

والواقع ان السدود والخزانات تؤدى الى تغييرات فى هيدروغرافية الأنهار فعلى سبيل المثال أدى بناء الســد العالى الركامى الى ارساب حمولة النهر من الرواسب الطمبية فى حوض بحيرة السد وخروج الميــاه خلف الســد مجردة من حمولتها مما أدى الى نحر شامل فى مجرى النهر شــمال أسوان فى محاولة من النهر للوصول الى حالة استقرار تحت الظروف الجديدة التى فرضت عليــه بتقليل انحداره وان كان هــذا النحر يظهر ببطء لأن الخزان مازال فى مرحلة الملء الأول وما يصرف منه الآن قاصرا على الاحتياجات وكل ما زاد عنها فى الايراد الطبيعى يحجز لاتمام الملء كما أن هناك العديد من الآثار الجانبية الأخرى للســد العالى مثل تدهور التربة وتراجع السواحل الشمالية للدلتــا .

وليس ثمة شك فى أن هناك العديد من أوجه التعديلات والقدرة على التكيف مع ظاهرة الأودية النهرية وسهولها الفيضية من قبل الانســان تتطور بصورة مستمرة وسريعة مصاحبة للتقدم الحضارى فى المجالات المختلفة فمنذ مراحل الاستقرار الاولى على جوانب الانهار كان الانسان القديم يدرك غوائل الفيضانات فيستقر فوق المدرجات المرتفعة .

وقد ذكر ياقوت الحموى مواقع القرى المصرية والتى اشتهرت فى العصر الوسيط بوجودها على مرتفع من الأرض للحماية من الفيضان ويذكر أن تلك المواضع المرتفعة اما طبيعية كالتلال أو حافة الأحواض الزراعية أو ضفاف النهر العالية واما صناعية ككومات مقامة لرفع مستوى القرى عن أعلى منسوب للفيضان وذكر أمثلة عديدة على ذلك(١) .

ولو تتبعنا الطرق البرية الممتدة فوق أرض الدلتــا المصرية نجدها

(١) عبد العال عبد المنعم الشامى . مدن مصر وقراها عند ياقــوت الحموى ، الكويت سنة ١٩٨١ الطبعة الاولى ص ٢٠ .

عادة ما تكون فوق منسوب الترع والقنـوات حتى تكون فى مأمن من الفيضانات العالية أو تسربها أسفل تكوينات الطرق البرية •

وفى مناطق السـهول الفيضية والدالات النهرية كثير من المنشآت مثل المطارات والخطوط الحديدية والانفاق وغيرها فى حاجة الى تفهم واعى للخريطة الكنتورية والجيومورفولوجية للمنطقة قبل البدء فى التنفيـذ حتى تتلاشى المثالب المحتملة •

٢ ـ الأنهار الجليدية والأنشطة البشرية Glaciers and Human activities

ان الارتباط الواضح بين الأنهار الجليدية وبعض الظاهرات الطبيعية مثل كميات المياه بالانهار ، مستويات المياه بالبحار ، حركات التوازن فى قشرة الأرض والأشكال الأرضية المرتبطة بالتعرية الجليدية ذات تأثير واضح على الأنشطة البشرية المختلفة •

والأنهار الجليدية تشـبه الغطاءات الجليدية فى كونها موارد هامة للمياه العـذبة فى مناطق معينة وفى فترات محددة من السـنة ، ففى الولايات المتحـدة توجد مجارى مائية عديدة ـ خارج ألاسكا ـ تتغذى من الجليد مثلما الحال فى ولايات واشنطن ، مونتانا ، ويومنج وتستخدم هـذه الأنهار فى توليد الكهرباء وفى الرى ، وهنـاك أنهار ضخمة مثل الكانج والسـند والبراهما بوترا تنبع من الأنهار الجليدية الموجودة فى جبال الهيمالايا وقراقورم وهند كوش •و فى سويسرا والنمسا نجد أن الأنهار التى تستمد مياهها من الجليد Glacial fed sireams ذات أهمية كبيرة فى توليد الطاقة كما تعد موارد مائية رئيسـية ، وعادة ما يذاب الجليد بالثلاجات فى فصل الحرارة والجفاف حيث تشـتد الحاجة الى المياه ، فثلاجات ولاية واشنطن الأمريكية تمد الأنهار بكميات من المياه خلال شـهرى يوليو وأغسطس تسـاوى تقريبا نفس القدر المتحصل من المياه الجوفية وذلك على مدار السنة(١) • كما أن نهر كولمبيا الذى

(1) Gardner, J.S., physical Geography , New york 1977 p 263

ينبع من جنوب شرق كولمبيا البريطانية يحصل على نحـــو ١٥٪ من مياهه من الثلاجات مباشرة وقد استطاع الانســـان حفر الانفاق Tunnels أسفل الأنهار الجليدية للحصول على المياه لتوليد الكهرباء ، كما تستخدم الجبال الجليدية Ice bergs كمورد للمياه العذبة فى العروض القطبية وفى قارة أنتاركتيكا . وتعد الأنهار الجليدية وما يرتبط بها من بحيرات عنصر جذب سياحى كبير فى بعض دول أوربا مثل سويسرا والنمسا التى تعتمد كل منهما فى جزء كبير من الدخل القومى على السياحة ، ومن المناطق السياحية الرئيسية بالروكى الأمريكية جبل رينية وجبل ماكنلى وغيرهما من القمم الجبلية العديدة فى كل من كندا والولايات المتحدة .

وكثيرا ما نستغل القيعان المستوية للأحواض الجليـــدية الطولية كممرات خـــلال التلال الجبلية الالبية مثل ممر برنر Prenner pass الواقع عند رأس حوض أديج Adige .

ومع ما سبق ذكره من جوانب النفع بالنســـبة للثلاجات فان لهـــا أخطارها التى تتمثل فى الانهيارات الجليـــدية المدمرة avalanches والتى تأخذ صـــورتين الأولى الانزلاق الجليدى Ice slide والثانية انفجار السدود الجليدية glacial dams مما يؤدى الى أضرار كبيرة تتمثل فى فيضانات عنيفة .

ومن أشـــهر الانهيارات الجليـــدية المبكرة الانهيار الجليـــدى فى ثلاجة التلز Altels فى سويسرا ســـنة ١٨٩٥ مما سبب فى موت ستة أشـــخاص وعشرات من الأبقار كمـــا أدت الى تدمير مراعى خصبة(٢) والانهيار الجليدى الذى حدث فى بيرو ١٩٦٢ حيث سقطت كتل جليدية ضخمة من قمة جبل Hausacaran تحتوى على صـــخور ومواد مذابة تقدر كميتها بنحـــو ٣ مليون متر مكعب ، وقد ينفجر الســـد الجليدى ويؤدى الى فيضانات تسبب أضرارا كبيرة فى بعض الأودية المســـكونة

(2) Ibid., p 224.

مثلما الحال فى الهيمالايا وقراقورم ومرتفعات بروكسى فى الاسكار والتى سجلت أكثر من مائة انفجار فى السدود الجليدية بها •

وتعد الجبال الجليدية — التى اشتق معظمها من الأنهار الجليدية خطرا داهما على عمليات الملاحة البحرية خاصة فى شمال الأطلنطى حيث يحركها تيار لبرادور وتيار شرق جرينلاند •

وتعتبر الكتل الضالة — التى تأتى بها الأنهار الجليدية عادة من مناطق صخور نارية الى مناطق صخور رسوبية — من العقبات التى تواجه النشاط الزراعى فى أجزاء كثيرة من أوربا تعرضت للارساب الجليدى وكذلك فى أمريكا الشمالية فى ولايتى داكوتا الجنوبية ومنسوتا تنتشر هذه الكتل الضالة بكثرة مما يزيد من عبء العمليات الزراعية •

وجدير بالذكر أن سهول التل Till المستوية وسهول الارساب الجليدى وسهول البحيرات الجليدية تضم بينها أخصب أنواع التربة فى العالم مثل السهول المحيطة بالبحيرات العظمى بأمريكا الشمالية • كما أن الرواسب الجليدية ذات قيمة اقتصادية فرمال وحصى سهول الجليد ورواسب الكام الدلتاوية والاسكرز تحتوى على حصى يستخدم لعمل الخرسانات المسلحة ورصف الطرق كما يتكون فى الرواسب السميكة خزان جوفى ممتاز للمياه Aquifer مثلما الحال فى ولايات أوهايو . بنسلفانيا ونيويورك[1] •

٢ — ظاهرات التعرية الصحراوية والنشاطات البشرية :

يتعد الظاهرات الجيومورفولوجية بالمناطق الصحراوية الحارة وفى هذا الجزء ستدرس بعض الظاهرات الرئيسية المتمثلة فى الأودية الجافة ، المراوح الفيضية والكثبان الرملية من حيث كونها من أكثر الظاهرات تأثيرا وتأثرا بالانسان بالمناطق الصحراوية •

(1) Strahler, A.N. and Strahler A. H., Ibid, P 334.

أثر الانساق كعامل رئيسى فى تعديل بيئته الطبيعية •

(أ) الأودية الجافة :

تتميز الصحارى الحارة فى مناطق كثيرة منها بظاهرة الوديان الجافة التى تتباين فى أطوالها وأعماقها بعضها بالغ الطول كثير التفرع مفرط فى عمقه متسع فى حوضه بحيث يعطى صورة فزيوغرافية ناضجة لنظام تصريف مائى والبعض الآخر بالغ الدقة والضيق تتقارب الأودية وروافدها تقاربا شديدا حتى تتشابك وتتداخل طوبوغرافيا كما أن بعضها خانقى شديد الانحدار لعبت الحركات الأرضية — خاصة الصدوع — دورها الكبير فى المظهر الطبيعى لها ورغم هذه النباتات بين هذه الأودية الا أنها جميعا تشترك فى خاصية الجفاف •

وجدير بالذكر أن الكثير من الأدوات البشرية لانسان العصر الحجرى القديم والحديث وجد مدفونا فى مدرجات أودية الصحراء الشرقية بمصر وهى بالطبع تدل على أنها فى تلك الفترات التاريخية كانت بمثابة مناطق جذب للانسان القديم الذى استقر فوق جوانبها واستخدمها كمعابر يسيرة عبر الهضاب والمناطق والمناطق المضرسة كما حفر العديد من الآبار الضحلة فى بطونها للحصول على المياه المختزنة فى رديمها وهناك العديد من تلك الآبار مازالت موجودة حتى الآن مثل بئر العوينا فى وادى العمبجة وبئر غدير بوادى عدير وبئر العين بوادى الجمال وكلها فى الأودية المتجهة نحو ساحل البحر الأحمر فى مصر •

ويوضح شكل (١٦٥) موارد المياه والاستقرار القبلى فى جنوب شرق الجزيرة العربية لاحظ موقع مراكز الاستقرار وأحراج النخيل بالنسبة لوادى الجلفاين وروافديه والقنوات المائية السطحية منها والتحتية حيث تقع مراكز العمران مثل ميغوث ونزار بعيدا عن باطن الوادى خشية السيول الفجائية المدمرة •

خطوط الأفلاج

أفلاج جوفية

أحراج نخيل

شكل (١٦٥) موارد المياه والاستقرار القبلي في شبه الجزيرة العربية

الأودية الجافة وما يرتبط بها من سيول :

اذا كان سقوط المطر فى الصحراء شذوذ عن المألوف فانه أمر عادى أن يسقط المطر بصورة فجائية وعلى فترات زمنية متباعدة وعادة اذا ما انهمر مدرارا فانه ينتج السيول والفيضانات التى ينجم عنها التدمير والخراب للمراكز العمرانية القريبة ، ومن السيول الشهيرة التى تعرضت لها الأودية الجافة بالصحراء الشرقية سيل وادى قنا الذى تعرضت له مدينة قنا فى ٢٠/١٢/١٩٥٤ والذى يعد من أخطر السيول التى تعرضت له مدينة مصرية ويرجع التدمير الذى شهدته قنا الى وقوعها قريبة من الهضاب المرتفعة عند نهاية أكبر وأهم أودية الصحراء الشرقية مما يجعلها عرضة لتدفق مياه السيول وكان سيل وادى قنا من الشدة بحيث زادت مياهه على طاقة الترع وفاضت فوق الجسور وغمرت المناطق المنخفضة من المدينة وبلغت سرعة السيول ١٠ متر مكعب فى الدقيقة وبلغ ارتفاع المياه فى الشوارع أكثر من المتر ودمرت ثلاثة نجوع تدميرا شاملا هى المعنا ، النحال وسيدى عبد الرحيم وبلغت المساحة المبنية التى دمرها السيل ٧ر١٣٣ مدانا أى نحو ٧ر٣٥٪ من جملة المساحة المبنية وبلغ عدد المنازل التى دمرت وتصدعت ٢٨٣٠ منزلا وبلغت أعداد الأسر المنكوبة ٣٧٤٥ أسرة (نحو ٧ر٣٣٪ من جملة سكان المدينة) وقد قدرت الخسائر بمبلغ ١٢٨ر٢٢٢ جنيها عبارة عن عقارات ومنقولات(١) وقد وضع تخطيط شامل للمدينة بعد السيل .

ومن السيول الأخرى سيل وادى سنور الذى حدث فى يناير سنة ١٩٧٠ وقد دمر قرية سنور تدميرا كاملا واقتلع الأشجار والنخيل وجرف التربة المزروعة وحمل الى النيل كميات ضخمة من المجروفات أكسبت مياهه لونا مائلا الى الصفرة . وسيل أسوان سنة ١٩١١

---

(١) حمدى الديب ، مدينة قنا رسالة ماجستير غير منشور — جامعة القاهرة ١٩٨٠ ص ٦٥ .

الذى أدى الى اكتساح مناطق واسعة شمال مدينة أسوان واقتلع الخط الحديدى.

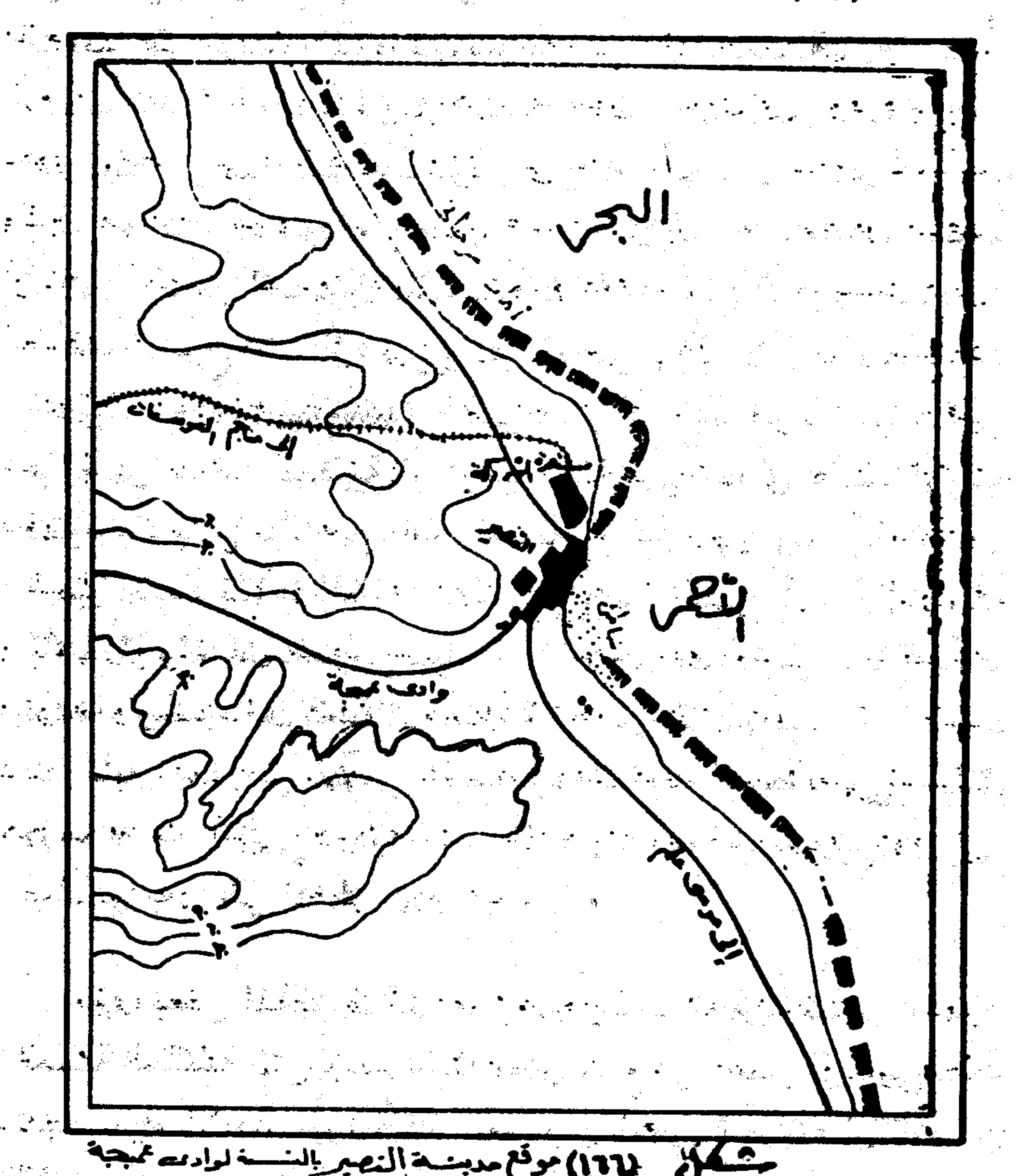
وفى سيناء يوجد وادى العريش الذى يبدو حين تفيض مياهه كوادى نهرى حقيقى يزحف سيليا طوال شهر تقريبا مقتلعا المبانى والمزارع ويعد هذا الوادى أعظم أودية مصر كلها وتتباين شدة السيول فى وادى العريش وقد حدث به ١٢ سيلا فى الفترة من ١٩٢٥ — ١٩٤٥ وبعد بناء سد الروافعة سنة ١٩٤٦ (٢) أمكن قياس كميات المياه التى تجرى فى الوادى وان كانت عمليات الرصد لم تكن مستمرة بسبب الحروب وقد حدث سيل فى مارس سنة ١٩٤٧ سجل رقما قياسيا ففى فترة السيل بلغ متوسط التصرف ٢٩٠٫٠٠٠ م٣ /ساعة أو ٨٠ م٣ /ثانية ولتوضيح أهمية تصرف الوادى عند حدوث السيول نذكر أنه يتفوق على بعض الأنهار دائمة الجريان مثل نهر التيمز عند مدينة تدنجستون (متوسط التصرف ٧٧ م٣ /ثانية) .

ونتيجة للسيول التى تتردد بصورة فجائية مباغتة كانعكاس لنظام سقوط الأمطار الصحراوية نجد أن مراكز العمران عادة ما تتجنب بطون الأودية الصحراوية وتتمركز فى المناطق المرتفعة خشية السيول الفجائية فنجد على سبيل المثال وادى عمبجة قد أثر بوضوح فى نمو مدينة القصير حيث أنها تقع شمال منطقة الروابسب الدلتاوية التى أتى بها الوادي من المرتفعات فى الغرب والتى تتميز بانبساطها وانخفاض سطحها مما أتاح الفرصة لنمو المدينة دون وجود عوائق حقيقية أمامها كما تنمو حلات سكنية صغيرة فى الجنوب يسكنها العبابدة فوق تلال رسوبية بعيدة عن باطن الوادى والذى يتعرض للسيول مثلما حدث فى سنة ١٩٦٩ ولذلك نجد أن أرخص الأراضى توجد فى باطن الوادى بجزئه الأدنى

---

(٢) تم بناء سد الروافعة فى سنة ١٩٤٦ بارتفاع ١٢ مترا فوق قاع الوادى وارتفاع الاساس ثمانية امتار وعرضه سبعة امتار وقد تعرض للاطماء وارتفاع منسوب القاع امام السد وبدأ التفكير فى تعليته مترين .

حيث يرفض سكان القصير السكن بها لدرايتهم بالآثار التدميرية للسيول(١) (شكل ١٦٦) .



شكل (١٦٦) موقع مدينة القصير بالنسبة لوادى عمبجة

وكثيرا ما تقوم الزراعة على مياه السيول الجارية ببعض هوامش الصحراء فيما يعرف بالزراعة الفيضية Floodwater agriculture وهى على درجات أبسطها زراعة بطون الأودية الضحلة بأطراف المرق

---

(١) محمد صبرى محسوب سليم ، ساحل البحر الاحمر فيما بين راس جمسة شمالا وراس بناس جنوبا دراسة فى الجغرافيا الطبيعية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة القاهرة ١٩٧٩ ، ص ٣٦٧ .

والحمادا فعند انحسار السـيل الذى يكون قد فرش بطن الوادى بطبقة من الطمى وتشربته التربة لأعماق مناسبة تبذر الحبوب كالشعير والقمح فتتغذى على الرطوبة المتوفرة وربما يقدم سـيل أو سلسلة من السـيول لترويها أثنـاء الموسم(٢) ولكن أحيانا ما تكون السيول من الوفرة بحيث تحول الأرض الى مستنقعات تؤدى الى تلف المحاصيل وتدمير المنشآت وكثيرا ما تقام السدود على مجارى هـذه الأودية للاستفادة من مياهها أو تجنب أخطار السـيول مثل سـد الروافعه سابق الذكر وسـد خانق الضيقة المقترح انشـاؤه على وادى العريش ، وأما الخزانات وسـدود التحويل **Diversion Dykes** فهى معروفة منـذ فترات قديمة وهى عبارة عن حواجز صخرية أو ترابية تنشأ على مجارى هـذه الأودية فتقوم باحتباس مياه الفيضانات للانتفاع بها فى الرى وكثير ما تحتاجها السيول فيعاد بناؤها وتكثر هـذه الأنواع من السدود فى بطون الأودية والاخوار والمسايل لتعترض سيل المـاء المنحدر نحو البحر ويمنع ضياعه فيتوقف ويتسرب فى الطبقات المسامية فى بطن المجرى حيث يؤخذ بعـد ذلك بآبار تحفر من الأرض المسـامية وقد تقام السدود على شـكل حرف ٧ عند أعالى الاودية لحجز المياه وتجميعها فى صهريج جوفـى ليعاد توزيعها على المناطق المزروعة .

وفى بعض المناطق كما فى هضبة مريوط ـ العامرية تنتشر السدود الطينية الحائطية التى ترتفع لثلاثة أمتار ترجع الى العصر الرومانى حيث تتجمع مياه الأمطار لزراعة الشـعير ومن الأمور المعروفة أن للتخزين الارضى عموما مجالا ومستقبلا كبيرين فى المنطقة برمتها(١) .

وفى مخارج بعض الأودية الصحراوية بصحراء مصر الشرقية تعمقت المجارى وتكست بالدبش وتعطت قيعانها بطبقات خرسانية مسلحة لحمايتها

---

(١) صلاح الدين بحيرى ، جغرافية الصحارى العربية ، عمان ١٩٧٩ ، ص ٤٢٦ .

(٢) جمال حمدان ، المرجع السابق ، ص ٤٢٦ .

من النحت فأنشئ في مركز الصف ما يطلق عليه مخازن السيول لضبط الجريان السيلي المتجه الى الضفة الشرقية لنهر النيل ولتغيير اتجاهاتها .

وعموماً في الأودية التي تحدث بها سيول شديدة يجب عدم الاعتماد على المنشآت المؤقتة المصنوعة من الصخور والأتربة وغيرها من المواد غير القادرة على التحمل فالدراسات قد أظهرت أنه عادة ما يمكن تثبيت منشآت في صورة سدود تبنى بمواد متينة ذات قوة بنائية مناسبة وان تكون لها قدرة هيدروليكية كافية لتحمل التصرف ومنع تسرب الماء تحت المنشأة أو على جانبيها حتى تتجنب فيضان الماء .

(ب) المراوح الفيضية Alluvial Fans

كما ذكر في الفصول السابقة فان المراوح الفيضية تتكون عندما تنساب السيول عند أقدام المرتفعات وتنتشر مياهها فوق أسطح الأرض المستوية كما أنها أحيانا ما تأخذ أشكال مخاريط يطلق عليها مخاريط فيضية Alluvial Cones وعندما يزداد اتساع حجم المراوح الفيضية بحيث يبلغ طول قاعدتها عدة كيلو مترات يطلق على الانحدار المائل من القمة حتى القاعدة تعبير سطح البهادا Bajada وهو عبارة عن منطقة متسعة مغطاه برواسب فيضية والعديد من الرواسب الفيضية مغطى بالاعشاب Srubs أو الحشائش الشوكية وان كانت التربة تحتوى على مواد غذائية مفيدة للنبات ومع جفاف أسطحها فان الظروف الطبيعية المتاحة تساعد على وجود مورد مائي للري وذلك بحفر آبار في رواسبها حيث أنه بسبب الانحدار الاشعاعي Radial slope للمروحة (راجع شكل ٧١) فان مياه الري في أجزائها العليا تتوزع بواسطة الجاذبية الى كل أجزاء سطح المروحة[1] .

---

(1) Finch Trewartha and Robinson Hammond ,Elements Geography (physical and Cultural) The edition Tokyo 1957 , p 289.

والحقيقة أن مسامية التربة والسطح الحصوى للمروحة فى أجزائها العليا لا تساعد على الاستخدام الزراعى الكثيف وان كان الحصى والرمال يمكن استخدامها فى اغراض البناء والتشييد ، فعادة يختفى الانسياب السطحى (باستثناء فترات الفيضان) فى الفتات الخشن Coarse debris عند رأس المروحة fan head

ولذلك تتجمع فى الباطن فى شكل خزان جوفى داخل الصخور المسامية وان كان يحدث لها نشع وتسرب بطىء للغاية نحو هوامش المروحة الفيضية وكثيرا ما يستخدم هذا الماء الجوفى فى عمليات الرى برفعه عن طريق حفر الآبار فى بعض الأقاليم وفى أقاليم أخرى يتم الحصول عليها عن طريق حفر أنفاق تحتية أسفل سطح المروحة تنقل عبرها المياه فى كميات كافية لعمليات الرى والاستعمالات الأخرى مثلما الحال فى بعض مناطق شبه الجزيرة العربية حيث تسمى بالأفلاج (أنظر شكل ١٦٧) الذى يتضح منه فلج غيل بسلطنة عمان لاحظ انسياب المياه الجوفية فى الفلج نحو القرية واحراج النخيل .

ومن الرواسب المروحية الشهيرة تلك التى تحد سلاسل جبال سيان جبرييل فى جنوب ولاية كاليفورنيا قرب لوس انجلس حيث تقوم عليها الزراعة بسبب التربة الخصيبة التى تتميز بسمكها الكبير ، كما تعتبر دلتا نهر كلورادو دلتا مروحية ضخمة .

ومن المراوح الفيضية التى تتعدد خلالها الافرع المؤقتة تلك التى تتجه من الشرق الى الغرب عند المنحدرات الدنيا لسلسلة سييرانيفادا متمثلة فيما يلى :

(أ) وادى سان جواكين بولاية كاليفورنيا .

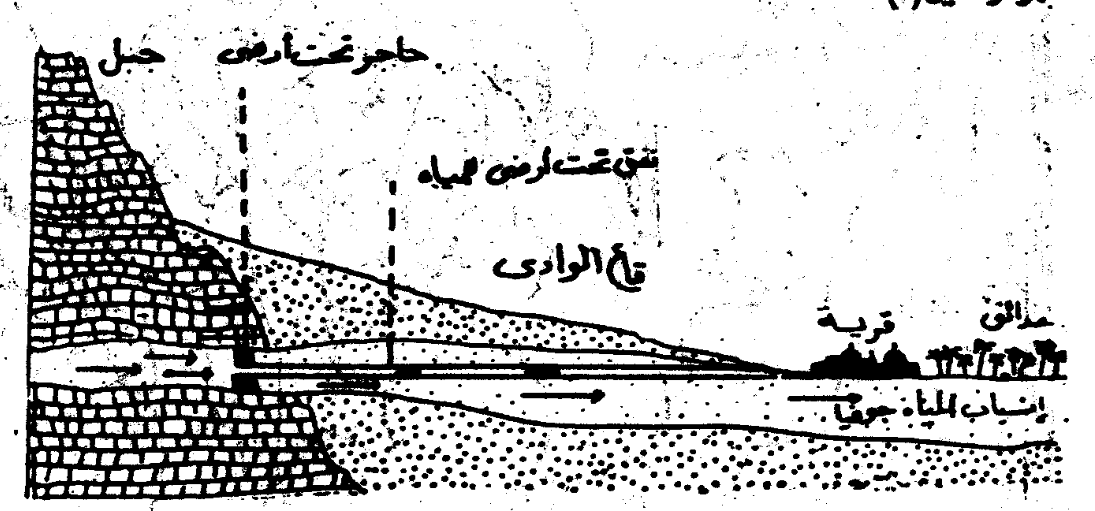
(ب) مروجة كاوياه Kaweah الفيضية .

(ج) مروحة تول Tule الفيضية .

وفى مصر توجد العديد من المراوح الفيضية مثل تلك التى تنتهى بها أودية الصحراء الشرقية نحو نهر النيل وهى تلك الأودية التى تنبسط أرضها ويضعف انحدارها تماما أمام مخارجها فى المنطقة الهامشية

أو الوادى وتتعدد هـذه الأودية فى منـاطق الأحواض المنعزلة ومن أمثلتها فى حوض الصف وادى الهيزه الذى كون مروحة فيضية تظهـر بوضوح مع تتبع خطوط الكنتور عند مصبه (انظر شكل ١٦٧ ب) كما كون وادى البستان الذى ينتهى الى حوض الشيخ حسن مروحة فيضية واضحة فى مواجهة مدينة مطاى[١] ، وتظهر أمثلة عديدة لتلك الأودية التى تلتقى بالوادى فى صورة مراوح فيضية قد تلتحم مكونة سهل بهادا مثلما الحال فى أودية (الحبراوى ـ الابراهيمى ـ قلعـة العجاطى ـ المخـازن الأسـيوطى) .

ويرى بوتزر أن مثل هـذه المراوح الفيضية ظلت تتكون حتى بداية الهولوسين[٢] .



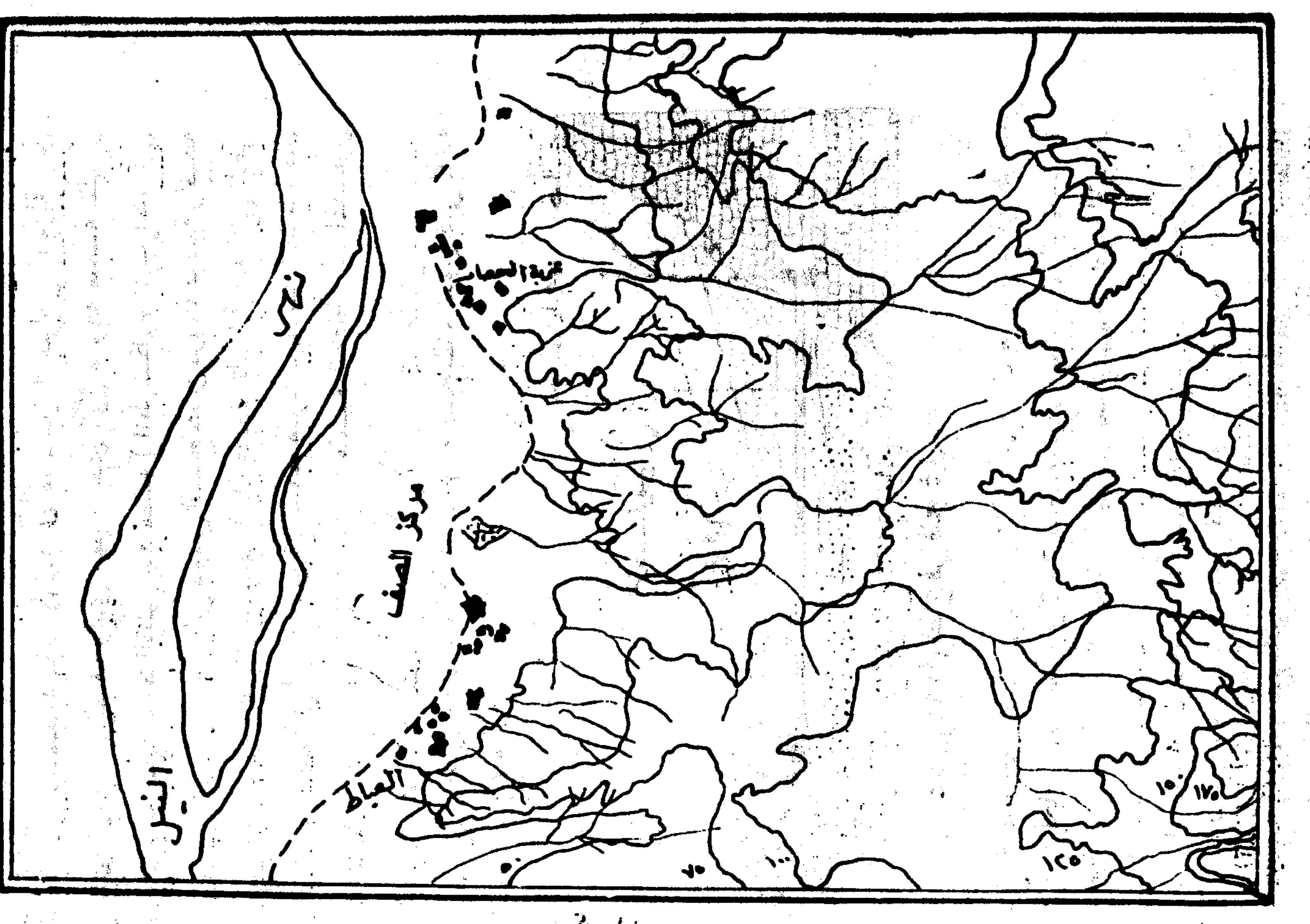
شكل (١٦٧أ) قطاع في فلج غيل بعمان

وفى السـاحل الشمالى للصحراء الغربية فى مصر نجد أن ظروف المناخ الجاف عند نهاية البلايستوسين وخلال الهولوسين لم تسـاعد الأنهار الأصـلية أو التابعة Consequent streams على الامتداد

---

(١) محمد المعتصم احمد ، الاستقرار البشرى على الجانب الشرقى من وادى النيل بين حلوان وقنا « رسالة دكتوراه غير منشورة » ، القاهرة سنة ١٩٧٦ ، ص ٢٤ .

(٢) Butzer , K.W., Environment and human Ecology in Egypt during predynastic and early dynastic times . S.O.C. Geoyr de Egypte , p 65.



شكل (١٦٧ب) مواضع المراوح الفيضية لمركز الصف

شمالا تجاه البحر الذى تراجع نحـو الشمال ومن ثم أخذت رواسبها تتجمع على شكل مراوح فيضية هائلة الحجم تلاحظ عند أقدام الحافة الميوسينية وعند مصبات الأودية كما هو الحال بالنسبة للمراوح الفيضية عند مصبات وادى التواوية ووادى الشق الشرقى ووادى الشق المغربى(١) ووادى خروبة ووادى السمد وغيرها .

(جـ) الأشكال الرملية فى الصحـــراء :

تنقل الرمال بفعل الرياح التى تزداد سرعتها فوق الأرض العارية الناعمة حتى اذا أعترض حركتها عائق أو توقفت عن الحركة ترسبت فى صورة كثبان رملية وخلال الفترة الأولى لتكوين الكثيب يزداد ارتفاعه تدريجيا الى أن يصل الى حد يكون فيه مقدار ما يتراكم من الرمال على الكثيب بواسطة الرياح مساويا لمقدار ما تحمله نفس هـــذه الرياح فى سريانها والذى يحــدث فى هــذه اللحظة هو أن ذرات الرمال تتطاير لتهبط فوق قمة الكثيب ثم لا تلبث أن تنزلق ولهذا فان الكثيب يتحرك فى موضعه وقد تظهر الكثبان الرملية فى مجموعات متجاورة يتراوح عددها ما بين ٤٠ الى ٥٠ كثيبا فى الكيلو متر المربع ويتراوح ارتفاع الكثيب بين عدة أمتار ومائة متر ويتراوح انحدار جانبه المواجه للرياح wind ward ما بين ٥ ــ ١٢° أما الجانب المواجه لمنصرف الرياح Lee - wrind فيكون أكثر انحدارا اذ يبلغ ما يقرب ٣٥° .

وتتكون الكثبان الرملية من حبيبات منتظمة من الكوارتز ترمع بعض

---

(١) حسن سيد أبو العينين، منطقة مرسى مطروح (دراسة جيومورفولوجية) مقالة بالمجلة الجغرافية العربية ، العدد انثامن ، ١٩٧٥ ، صص ٢٨ و ٢٩.

(٢) هيث تزيد سرعتها من الصفر عند سطح الارض مباشرة الى ٦ مـــل فى الساعة على ارتفاع قدم وتبدأ حركة الرمال كنتيجة للدوامات وسرعـة الرياح ويحدث الجزء الاعظم من حركة التكوينات الرملية قرب سطح الارض وعلى ارتفاعات لا تزيد عن ثلاثة اقدام .

الميكا وبعض هـذه الجبيبات تكون ذات قطر لا يزيد عن ١٥ ر مم وتكون هـذه الحبيبات الصغيرة ما بين ٢ — ١٥٪ من الحجم الكلى .

وفى صحراء مصر الغربية قامت الرياح بنقل وتصنيف وترسيب كميات هائلة من الرمال فى ثلاثة أنواع من الرواسب السطحية وهى كثبان رملية ، سـهول رميلية وغطاءات رملية وتسود السهول الرملية معظم سطح الصحراء الغربية حيث تكسو هـذه المساحات الشائعة المستوية السـطح راقة من الحبات الرملية متوسـطة وكبيرة الحجم — ما بين ½ — ٤ مم — تمثل درعا يحمى سطح السهل الرملى من أثر الرياح السـائدة .

ومعظم كثبان الصحراء الغربية من النوع الطولى والهلالى كما توجد بعض الكثبان القبابية والنجمية وتظهر الكثبان الطولية فى صور الفضاء على هيئة خطوط طولية فاتحة اللون ولازالت ميكانيكية حركة الرمال على طول الكثبان الطولية هى ودورر الرياح أمرا قابلا للجدل وعندما تهبط الكثبان الطولية الضخمة — فى صـحراء مصر الغربية — حافات الهضاب المشرفة على أحواض المنخفضات تنقسم الى العديد من نطاقات الكثبان الهلالية مثال ذلك غرد أبى محرك الذى يدخل منخفض الخارجة من الشمال وتتشكل رماله الى نطاقات من الكثبان الهلالية وتتميز برخانات الخارجة بمعدل حركة سريعة تصل فى بعض الأحيان الى ١٠٠ متر سنويا للكثبان صـغيرة الحجم ، وقد دلت الدراسات العديدة التى تناولت حركة الكثبان أن هنـاك علاقة عكسية بين معدل الحركة وارتفاع أو حجم الكثيب(١) ، ولا تزال كميات كبيرة من الرمال تتحرك فى صحـراء مصر الغربية من مناطق مصادرها فى الشـمال فى اتجاه مواقع الترسيب فى الأحواض المغلقة تهدد مراكز العمران فى الواحات المصرية والأراضى الزراعية بالواحات والجانب الغربى لوادى النيـل ، ويعتقد بأن الكثبان الرملية فى الصحراء الغربية تتحرك مع اتجاه عقارب السـاعة حول مركز بالقرب من واحة الكفرة وعلى ذلك فان اتجاهات الكثبان تتغير من شمال

---

(١) كارول بريد وجون ماكولى ، معالم الرياح الترسيبية ، ص ٥٦ .

الشمال الغربى فى الأجزاء الشمالية الى شمال الشمال الشرقى فى الجزء الجنوبى(٣) كما لوحظ أن الكثبان ترتبط ارتباطا وثيقا بالمنحدرات (الحافات) المحيطية بالمنخفضات الصحراوية .

والواقع أن تحرك الكثبان الرملية يعد من أكبر المشكلات التى تواجه مراكز الاستقرار وعمليات التعمير فى منخفضات الصحراء الغربية خاصة منخفض الخارجة حيث تهدد بصورة مستمرة المظاهرة المختلفة للعمران وطرق المواصلات والمزارع وأعمدة التليفون والكهرباء الممتدة فى الصحارى ، فقد تتحرك الرمال التى أقيم فوقها أحد الأبراج الكهربية وبذلك يصبح الأساس الذى أقيم فوقه البرج فى حالة غير مستقرة أو قد تدفن هذه الاعمدة تحت الكثبان الرملية مما يسبب تغييرا فى الاجهادات الواقعة على هذه الأبراج الكهربية .

وكثيرا ما تعمل الكثبان الرملية على قطع الطرق البرية الصحراوية مثلما الحال فى الواحات الخارجة والطريق البرى شمالى سيناء مما يؤدى الى تعطيل المواصلات خاصة عند هبوب الرياح العاصفة مثل الخماسين .

والواقع ان هناك حلولا يمكن بها الحد من تحرك الكثبان الرملية تتمثل فى تخفيض سرعة الرياح السطحية وتعد النباتات من أكثر الوسائل فعالية فهى تخفض من سرعة الرياح الى جانب أن الجذور والمادة العضوية تساعدان على تماسك التربة ضد الرياح وتزرع النباتات الخشبية كالأشجار والشجيرات لتعمل على تخفيض سرعة الرياح فوق المناطق الواسعة (شكل ١٦٨) وان كان ذلك يتعذر فى المناطق الصحراوية الجافة حيث تحتاج فى زراعتها الى المياه التى تعوذها الصحراء كما أنها لم تثبت جذواها فى حالة ما اذا كان فيض الرمال غزيرا اذ لا تلبث تجمعاتها الزاحفة أن تغرق الأشجار وتتجاوزها الى ما تراد حمايته وراءها ، هذا وكان باجنولد Bagnold قد اقترح تغطية التكوينات الرملية

---

(٣) أن جيفورد ، ويليا وارنر وفاروق الباز ، ص ٦٢ .



شكل (٢٦٨) نظام الصفوف لأحد الحواجز الخضراء الحقلية

عن فارس

بطبقة من الحصى الخشن لتثبيتها وان كان هـذا الاقتراح صعب التحقيق من الوجهة العملية ، وهنـاك طريقة رش الرمال بزيوت سريعة التشرب كالأسفلت تتميز باللزوجة لكى تعمل على تماسك حبيبات الرمال لعمق مناسب فوق سطح الكثبان وهـذه الطريقة اقتصادية نوعا ما خاصـة فى الدول المنتجة للبترول كالكويت والعربية السـعودية وهى من الدول التى تعانى هـذه المشكلة(١) •

وفى مناطق الواحات فى مصر وهى تعانى كثيرا من مشكلة غزو غرود الرمال لها تحاط الحقول بأسوار من الأخشاب وسعف النخيل يطلق عليها « الظرب » كما تزرع المنطقة المحصورة بين التكوينات الرملية والمناطق الزراعية ببعض الحشائش والشجيرات الملائمة للمناخ الصحراوى حيث تتوفر المياه من الآبار بالقرب منها كما تعد أشجار النخيل فى العديد من الواحات مصدات طبيعية أمام سفى الرمال • ففى الواحات البحريـة

(١) صلاح الدين بحيرى ، مرجع سبق ذكره ، ص ١٠٤ •

قرب الباويطى توجد مزرعة « التحتنية » وهى من أكبر المساحات الزراعية هناك تعانى من مشكلة زحف الرمال من الشمال وقد أمكن الحد من خطورتها بزراعة أشجار السنط والكازورينا وغيرها من الأشجار الخشبية وقد قامت بذلك هيئة تعمير الصحارى بالمنطقة ضمن سلسلة من أعمالها الزراعية هناك(٢) •

ونظرا لقابلية الرمال الشديدة لامتصاص المياه فانه لا يمكن انشاء المنشآت المائية كالخزانات مثلا فى هذه المناطق كما يصعب شق الترع للرى الا اذا كسيت جوانبها بالاسمنت وهذا الامر متبع فى مناطق الاستصلاح الزراعى بالصحارى المصرية ، أما فى حالة المنشآت التى من الضرورى بناؤها فى تلك المناطق التى تتعرض لتحرك الرمال فيجب تعميق أساساتها لمسافات كبيرة حتى لا تتأثر بانتقال الرمال كما أنه كثيرا ما تنشأ أكثر من طريق فى مناطق تحرك الكثبان الرملية كما هو الحال فى الواحات الخارجة لتفادى تعطيل الحركة على الطريق •

ورغم مساوىء الكثبان الرملية وأخطارها على العمران والزراعة وغيرها من الأنشطة البشرية فى الصحراء فانها أحيانا ما تكون بمثابة خزانات طبيعية لمياه الأمطار ، فقد خلقت الكثبان الرملية فى شمال سيناء نمطا متميزا من الواحات يطلق عليها الواحات الكثيبية Oasis Dunairs ففى التجاويف الموجودة بين الكثبان تستقر بعض نجوع وحلات البدو ويزرع القليل من أشجار النخيل(١) •

السواحل والانسان :

ان العلاقة بين الانسان والسواحل تتضح جليا بالنظر الى خريطة توزيع السكان فى العالم فباستثناء مناطق معينة مثل وسط أوربا

---

(٢) محمد صبرى محسوب سليم ، منخفض الواحات البحرية دراسة فى الجغرافيا الاقليمية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، القاهرة ١٩٧٥ ، ص ١٣٣ •

(١) جمال حمدان ، مرجع سبق ذكره ، ص ٥٦٩ •

والأودية الفيضية كأنهار النيل والمسيسبى وأنهار الصين فى أجزائها الدنيا وبعض المناطق المرتفعة فى العروض المدارية نجد أن السكان يتركزون على السواحل وكان هذا النمط أكثر وضوحا فى الماضى منه فى الوقت الحاضر فقد أمدت سواحل البحر المتوسط الحضارات المصرية والفينيقية والرومانية بمقومات قوية ونجد أن المدن التجارية العظيمة مثل فينسيا وجنوة قد نمت كمدن ساحلية • كما أن التوسعات الاستعمارية الانجليزية والهولندية والفرنسية والأسبانية وغيرها بعد سنة ١٤٥٠ قد انبثقت من المدن الساحلية وخلقت مدنا ساحلية فى مناطق العالم المختلفة •

والآن نجد أن من بين أكبر ٣٢ مدينة فى العالم ٢٢ مدينة تقع على خلجان بحرية و ٥٠٪ من جملة سكان الولايات المتحدة يعيشون بالقرب من السواحل بما فيها سواحل البحيرات العظمى •

وهذه الأعداد الضخمة من السكان اللذين يعيشون قرب السواحل قد عدلوا بطرق ومعدلات مختلفة من طبيعة السواحل فى العالم وذلك باستخداماتهم المتباينة ، وللسواحل قيمة ترويحية كبيرة بالاضافة الى أنها من مناطق استقطاب السكان للاستقرار ونجد الآن أن هناك الكثير من حقول البترول فى العالم تتركز فى مناطق الرصيف القارى Continental platform مثل حقول بترول الولايات المتحدة على خليج المكسيك ، بترول سواحل نيجيريا ، وبترول الخليج العربى وخليج السويس وغيرها •

وباختصار شديد فان المناطق الساحلية قد تعدلت بفعل الاستخدامات البشرية فى ثلاث صور رئيسية :

(ا) تلوث المياه الساحلية •

(ب) اضطراب العمليات الطبيعية التى تشكل خط الساحل •

(ج) تغيير تام لطبيعة السواحل اما بتركز نشاط زراعى أو استقرار عمرانى أو بناء منشآت صناعية وغيرها •

وجدير بالذكر أن بعض أنواع السواحل أكبر قابلية للتعديلات البشرية من غيرها فالمصبات الخليجية والخلجان والبحيرات الطولية تساعد على انشاء مرافىء جيدة وقد نمت مدن كبرى على مثل هذه النقاط وكثيرا ما تعمق الخلجان أكثر صلاحية مثلما الحال فى خليج نهر بلاتا الذى تقع عليه مدينتى مينتفديو وبوينس أريس وعندما تنمو مثل هذه المدن الساحلية فتحتاج بطبيعة الحال الى مساحات للتوسع فوقها مما يتطلب بالضرورة تجفيف الملاحات والبحيرات كما حدث على سبيل المثال من تجفيف لأجزاء من بحيرة مريوط وغيرها من بحيرات الساحل الشمالى لدلتا النيل .

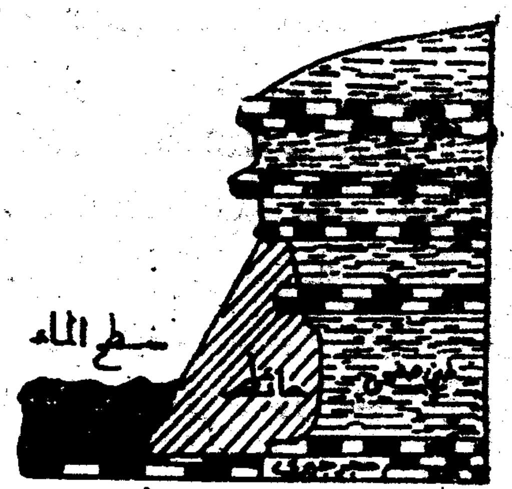
والمرفأ الطبيعى عادة ما يكون ناتجا من عوامل التشكيل الساحلية يتميز بمياه هادئة وعميقة نسبيا تحمى حماية طبيعية وهناك أنواع مختلفة من المرافىء الطبيعية مثل مرافىء السواحل المرجانية ومرافىء السواحل المغمورة ومن نماذج المرافىء المرجانية موانىء البحر الاحمر فى مصر ومن الثانية ميناء ريودى جانيرو الذى يبلغ طول محيط المرفأ حوالى ٤٥ كم وعمقه ٢٨ مترا وهناك المرافىء الجزرية مثل ميناء لاجوس التى نمت على جزيرة « ايدو » والتى اتصلت بالساحل بجسر انشىء فوقه خط حديدى . وهناك مرافىء الفيوردات حيث توجد بعض الفيوردات متوغلة فى اليابس لمسافة نحو ٢٠٠ كم مثل فيورد تروندهيم بالنرويج حيث يبلغ طول المرفأ فى هذا الفيورد حوالى ١١٠ كيلو متر وعرضه ٨ كيلو متر[1] وهناك أمثلة عديدة على ذلك . كما توجد موانىء اصطناعية وعادة ما تنشأ نتيجة لحاجة ملحة لها وتدل بلا شك على التفوق البشرى عندما يصنع الانسان المرفأ كأساس لقيام الميناء بدورها الوظيفى حيث يتخيرأنسب المواقع بسبر الأغوار وقياس سرعة الأمواج ومدى وضوح الظهير اليابس وغيره من الأمور الضرورية لبناء المرافىء .

---

(١) صلاح الدين الشامى : النقل دراسة جغرافية ، الاسكندرية ١٩٧٦، ص ١٦٤ .

ومن الأمور التى يبدو أثر الإنسان فيها واضحا ـ بجانب انشاء المرافىء والموانى ـ حماية الشواطىء من التآكل وتنظيم عمليات التعرية البحرية : فتتعرض الكثير من السواحل لتآكل البحر مما يؤدى الى تراجع السواحل بصورة سريعة تجاه اليابس مما يعرض المنشآت العمرانية والبشرية المختلفة للخطر مثل تعرض الساحل الشمالى للدلتا المصرية للتآكل بسبب قلة كميات الرواسب القادمة بعد بناء السد العالى وحجزه للطمى أمامه فى بحيرة السد حيث أصبحت مياه النهر تمر مجردة تماما من حمولتها من الطمى ففى رأس البركان البحر يأكل من الشاطىء السياحى نحو ١٠٠ فدان فى السنة الى أن بنى اللسان وان كان لم يمنع تقدم البحر كلية ، وعموما فقد أضحى خطر التآكل والتراجع البطىء يهدد الساحل الشمالى لاسيما فى رؤوسه البارزة المعرضه لعاول الهدم ، وهناك طرقا مختلفة تستخدم لحماية السواحل تتمثل فيما يلى :

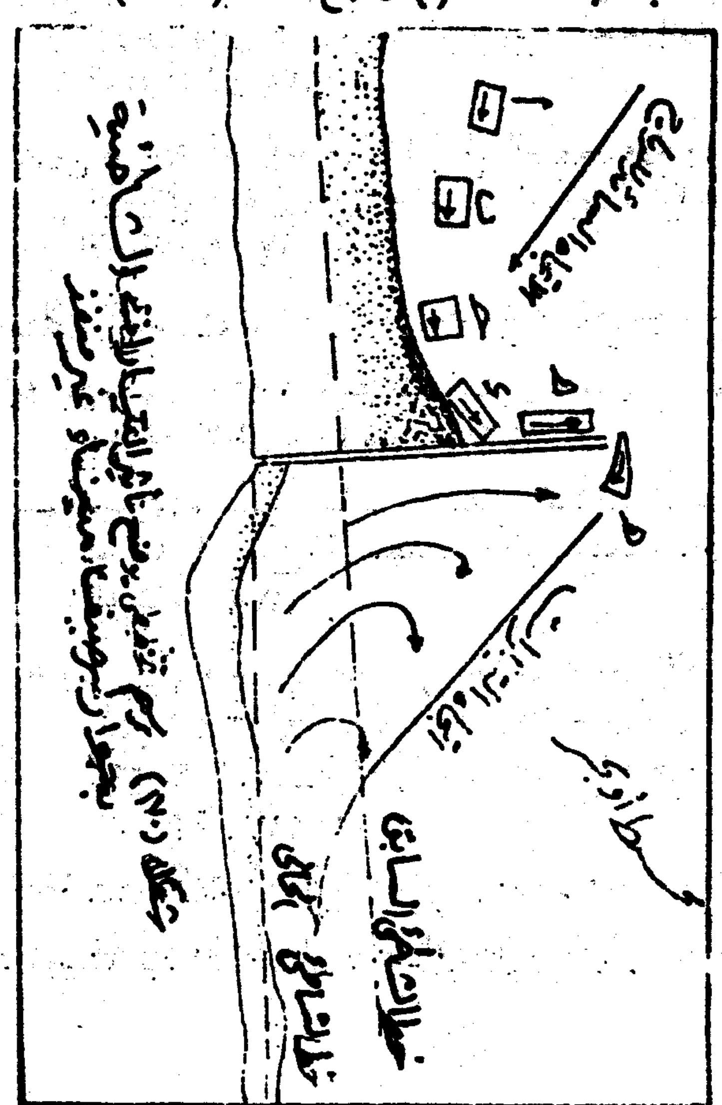
(أ) الحوائط البحرية وهى عبارة عن منشآت كتلية تهدف الى حماية المناطق الساحلية من الأمواج والتيارات العنيفة وهذه الطريقة بالغة التكاليف وعادة ما تتعرض أجزاءها الدنيا للنحت (انظر شكل ١٦٩) وكثيرا ما تبنى ذات أوجه مقعرة للتقليل من أثر الأمواج .



شكل (١٦٩) حماية الشاطئ من التآكل بواسطة حائط مائل من الخرسانة المسلحة

(ب) الرؤوس الحاجزة : وتؤدي نفس الغرض الذى تؤديه الحوائط وهى أقل تكلفة وتتكون من أكوام من ألواح الصلب والخشب الثقيل وان كانت لا تتحمل على مدى طويل أثر الأمواج العاتيه .

(جـ) التكسيات : ويطلق عليهـا مكسرة الأمواج وتتكون فى معظمها من صخور ضخمة الحجم بصورة مميزة أمام الربوات المنخفضة عن الشاطىء لوقايته ونتيجة لازالة أجزاء من المنشآت السابقة بفعل الأمواج فتبنى أرصـفة خرسانية تشـبه تلك التى توجد بالموانى وذلك لوقاية المنشآت السابقة بتكلفة أقل[٢] راجع شكل (١٧٠) .



(٢) فخرى مسى وآخرين ، الجيولوجيا الهندسية ، القاهرة ١٩٦٨ ، ص ٣٦٥ .

المراجع الهـامة

اولا : المراجع باللغـة العربية :

١ — جلير اشواب وآخرون ، لمبادىء الاولية لهندسة الارض والمياه (ترجمة انجي زين العابدين واحمد طاهر عبد الصادق) القـاهرة ١٩٧٨ ،

٢ — جوده حسنين جوده ، معالم سـطح الأرض ، الطبعة الخامسة ، الاسـكندرية ١٩٧٩ .

٣ — حسن سـيد أبو العينين ، منطقـة مرسى مطروح درابـة جيومورفولوجية ، مجلة الجمعيـة الجغرافية المصرية ، العدد الثامن ١٩٧٥ .

٤ — حسن سـيد ابو العينين ، اصول الجيومورفولوجيا (دراسة الأشكال التضاريسية لسـطح الأرض) الطبعة الثالثة ، الاسكندرية ١٩٧٦ .

٥ — صلاح الدين بحيرى ، جغرافية الصحارى العربية ، عمان ١٩٧٩

٦ — طه محمد جاد ، تحليل الخريطة الكنتورية باهتمام جمرفلوجى ، الطبعة الأولى ، القـاهرة ١٩٧٨ .

٧ — محمد صبرى محسوب سليم ، منخفض الواحات البحرية دراسة اقليمية (رسـالة ماجستير غير منشـورة) جامعـة القـاهرة ١٩٧٥ .

٨ — محمد صبرى محسوب سليم ، ساحل البحر الأحمر فيما بين راس جمسة شمالا وراس بناس جنوبا دراسة فى الجغرافيا الطبيعية (رسـالة دكتوراه غير منشـورة) جامعـة القـاهرة ١٩٧٩ .

٩ — محمد صفى الدين ابو العز ، قشرة الأرض ، القـاهرة ١٩٦٥ .

١٠ — يوسف عبد المجيد فايد ، فى الاوقيانوغرافيا ، القـاهرة .

ثانيا ــ المراجع الأجنبية :

1. Bunnett, R.B., Physical Georgraphy in Diagrames, London, 1965.

2. Finch, Tand Robinson, H., Elements of Geography New York 1957.

3. Gardner, J.S., physical Geography, New York 1977.

4. Goodson, J.B., and Morris, J.A., The New Contour Dictionary, London 1971.

5. Gorshkov, G and Yakushova, Physical Geology, Translated from the russian by Shiffer, V. Moscow 1977.

6. King, C.A.M., Introduction to marine Geology and Geomorphology, London 1974.

7. Moore. W.G., The Penguin Dictionary of Geography, Fifth edition, 1974.

8. Mon Khouse, F.J., Dictionary of Geography, Second edition. London 1970.

9. Mon Khouse, E. J. and Wilkinson, Maps and Diagrams, First indian edition 1980.

10. Muratov, M.V., the origin of Continents and Ocean Basins, Translated from the russians by Agranat, V., Moscow 1977.

11. Robin son, H. and Others, Elements of Cartogropluy, New York 1978.

12. Robinson, H. and Hudson, F.S., Physical and Human Geography, third edition New York. 1978.

13. Sharma, R.C and Vatal, M., Oceanograp for Georgraphers, second edition, Allaha bad 1970.

14. Sparks, B.W., Geomorphology, London 1961.

15. Strahler, A.N., Physical eGography, New York 1951.

16. Strahler, A.N. and Strahler, AH., Modern physical Geography, New York 1976.

17. Thornbury, W.D., Principles of Geomorphology New York 1958.

18. Von Engeln, O.D., Geomorphology, New York 1942.

19. Wooldridge, S.W., and Morgan, R.S., Geomorphology, London 1960.

فهـــرس الكتـــاب

صفحة

صفحة

صفحة

صفحة

رقم الإيداع : ٥٧٢٤ / ١٩٨٢

مطبعة الإسراء
ت : ٥٦٣٨٣٢٢
ت.ف : ٥٦٠٤٥٠٠